

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representation of the original documents submitted by the applicant.

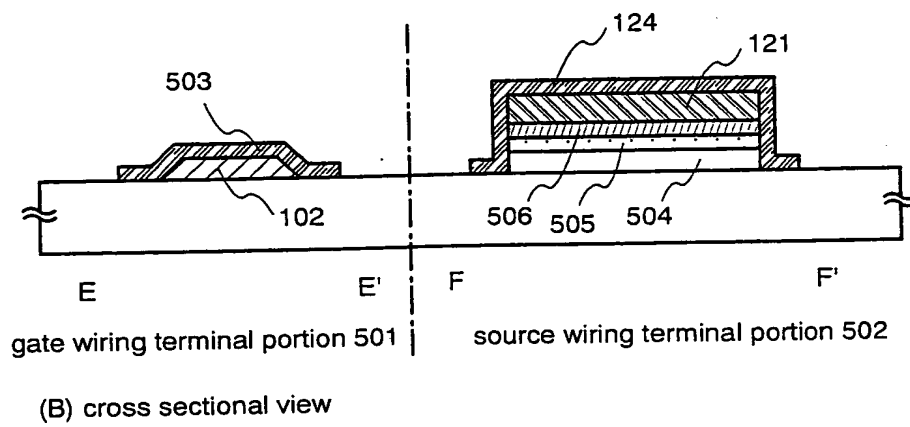
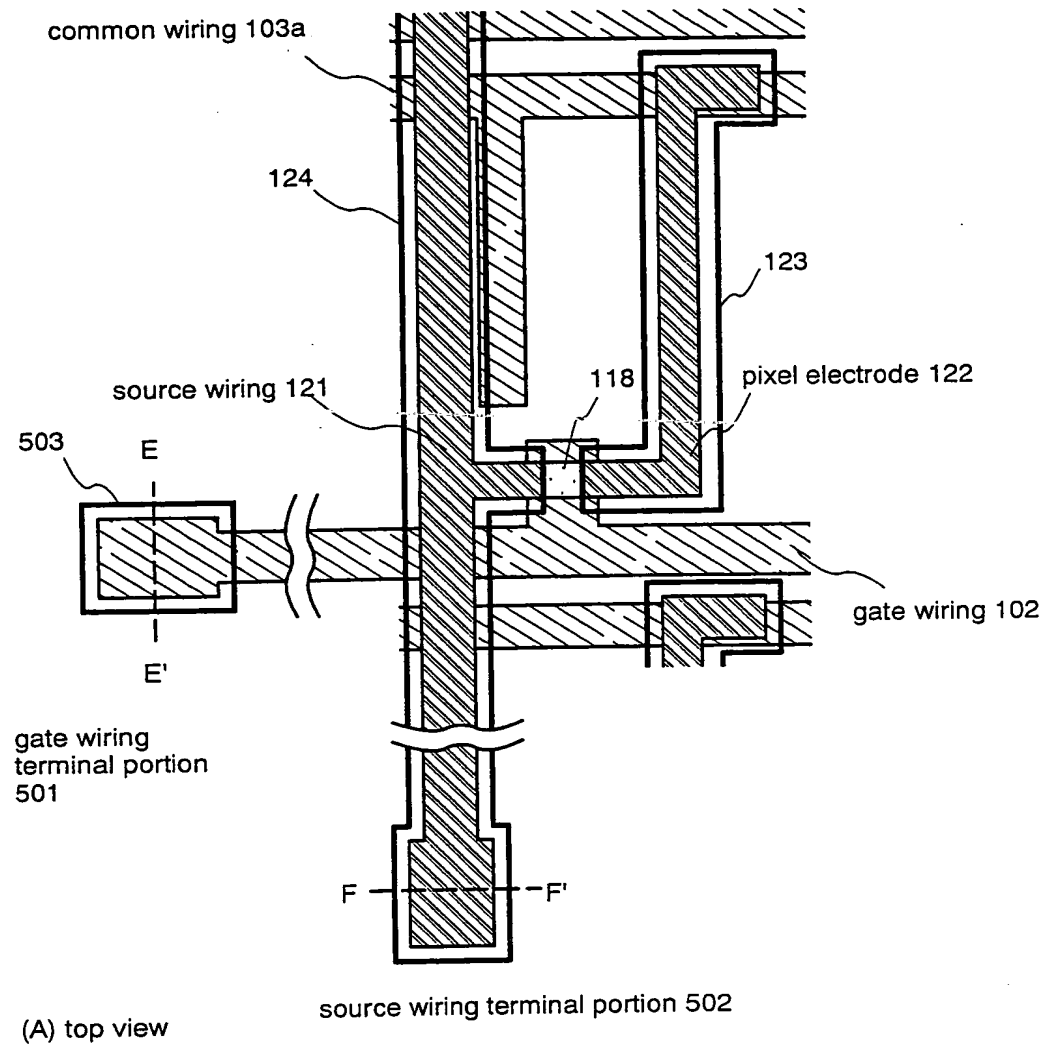
Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

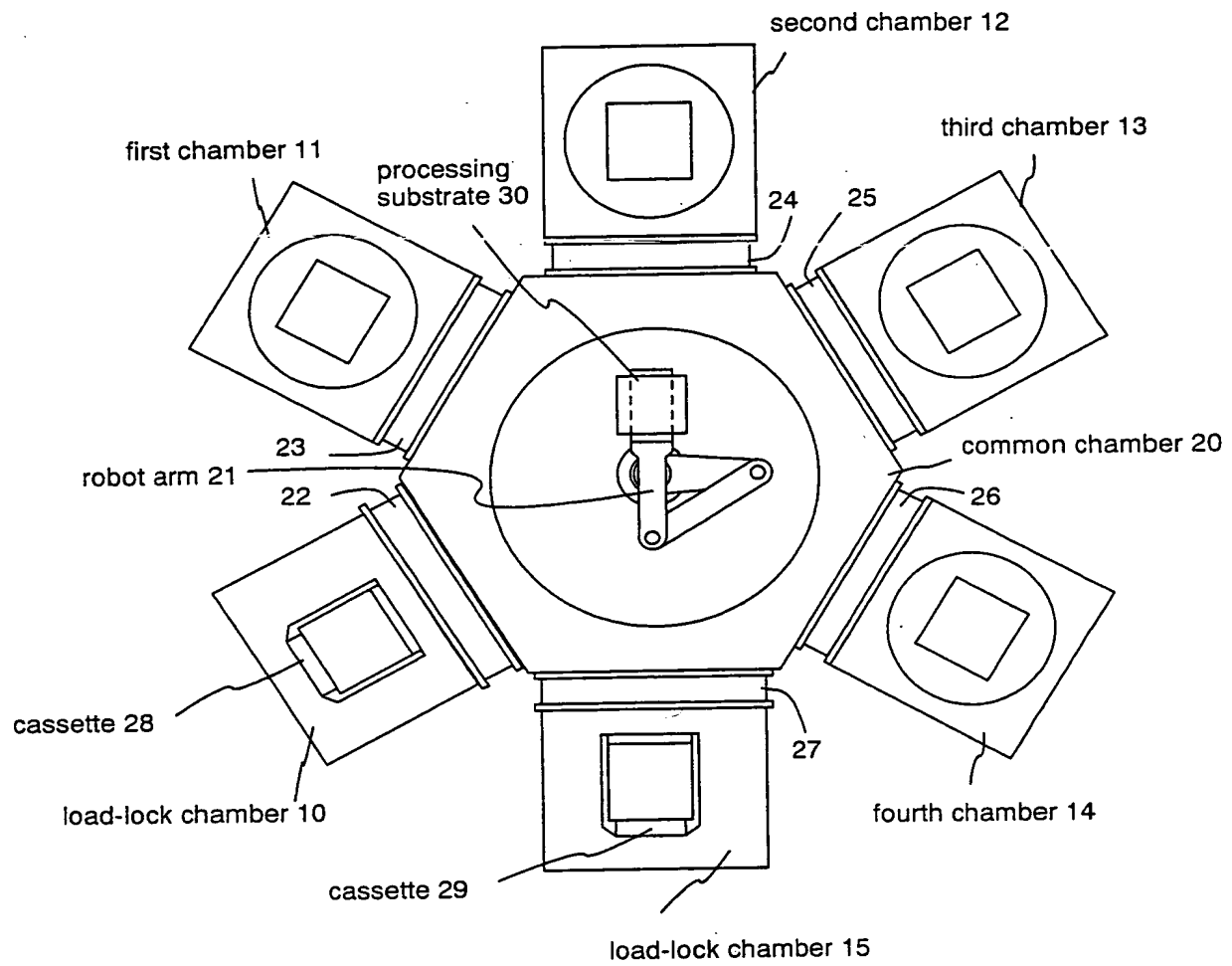
IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY

As rescanning documents *will not* correct images, please do not report the images to the Image Problem Mailbox.

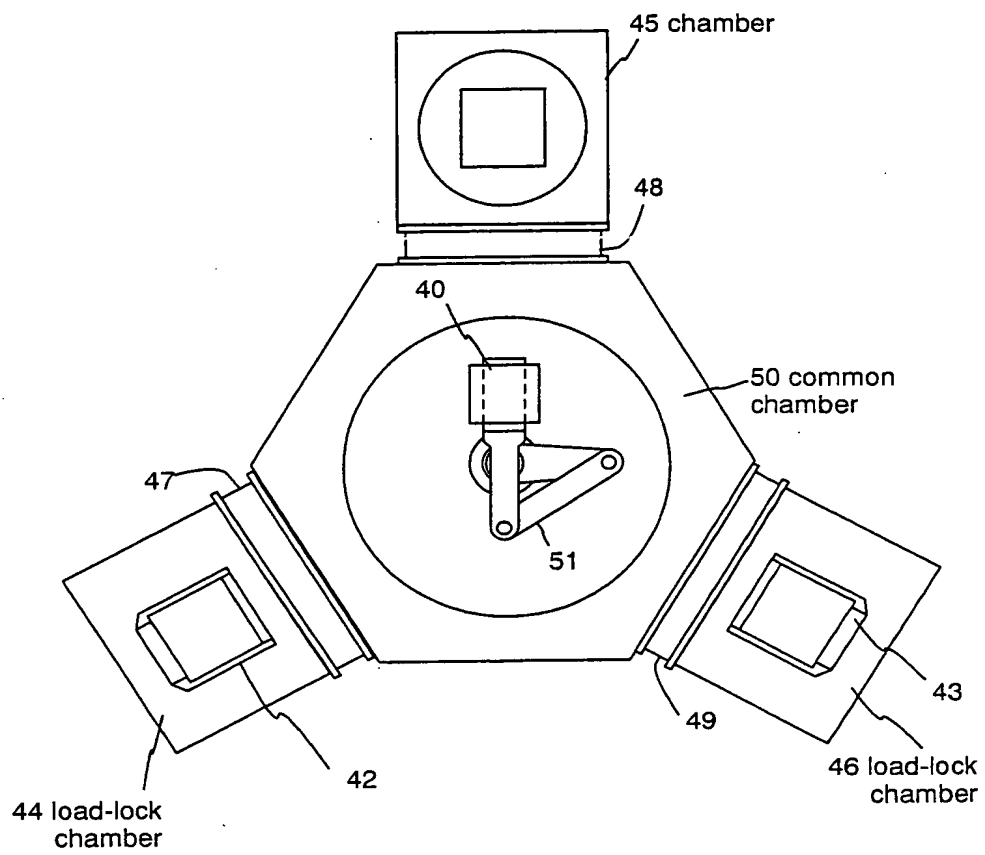
[Fig. 9]



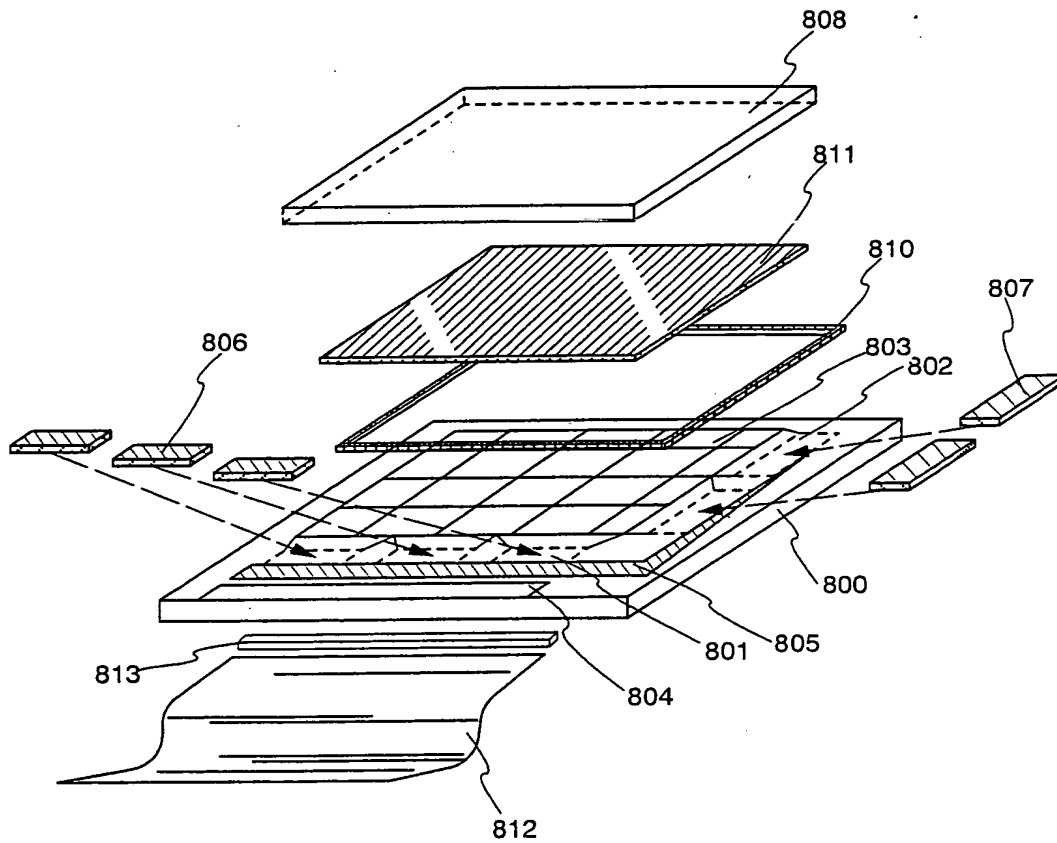
[Fig. 10]



[Fig. 11]



[Fig. 12]



800: first substrate, 801: a region for attaching IC chip (data line),
 802: a region for attaching IC chip (scanning line), 803: pixel region
 804: input-output terminal, 805: connection wiring, 806, 807: IC chip
 808: second substrate, 810: sealing material, 811: liquid crystal,
 812: FPC, 813: reinforcing plate

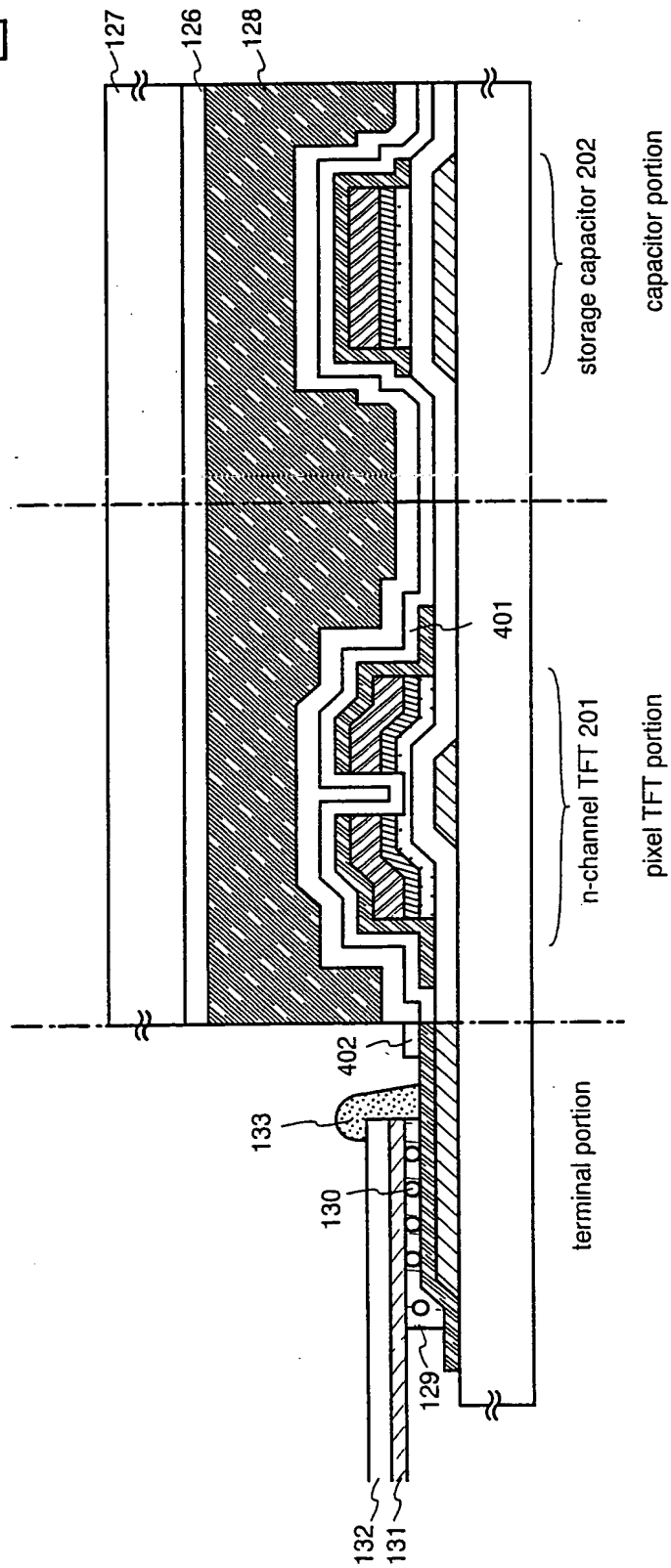
Figure 1 consists of two cross-sectional views, (A) and (B), of a liquid crystal display assembly.

View (A) shows a first substrate (901) with a pixel region (902) and a lead wire (906). A second substrate (903) is positioned above the pixel region, with a liquid crystal layer (905) between them. A sealing material (904) is located at the edge of the pixel region. An IC chip (908) is mounted on the first substrate (901) via conductive particles (910). The IC chip (908) is connected to the first substrate (901) by connection wiring and input-output terminals (907). The IC chip (908) is also connected to the first substrate (901) by connection wiring (913) and input-output terminals (909). The IC chip (908) is further connected to the first substrate (901) by connection wiring (914) and input-output terminals (909). The IC chip (908) is also connected to the first substrate (901) by connection wiring (915) and input-output terminals (909). The IC chip (908) is also connected to the first substrate (901) by connection wiring (916) and input-output terminals (909).

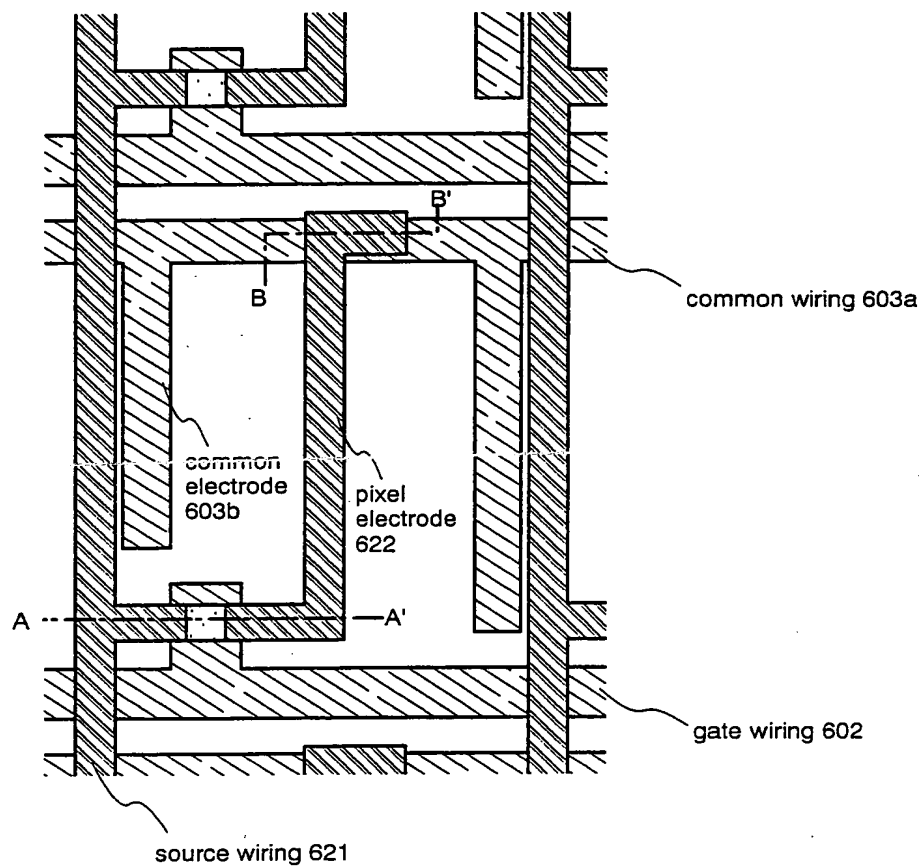
View (B) shows a first substrate (901) with a pixel region (902) and a lead wire (906). A second substrate (903) is positioned above the pixel region, with a liquid crystal layer (905) between them. A sealing material (904) is located at the edge of the pixel region. An IC chip (908) is mounted on the first substrate (901) via conductive particles (910). The IC chip (908) is connected to the first substrate (901) by connection wiring and input-output terminals (907). The IC chip (908) is also connected to the first substrate (901) by connection wiring (913) and input-output terminals (909). The IC chip (908) is further connected to the first substrate (901) by connection wiring (914) and input-output terminals (909). The IC chip (908) is also connected to the first substrate (901) by connection wiring (915) and input-output terminals (909). The IC chip (908) is also connected to the first substrate (901) by connection wiring (916) and input-output terminals (909).

(B)

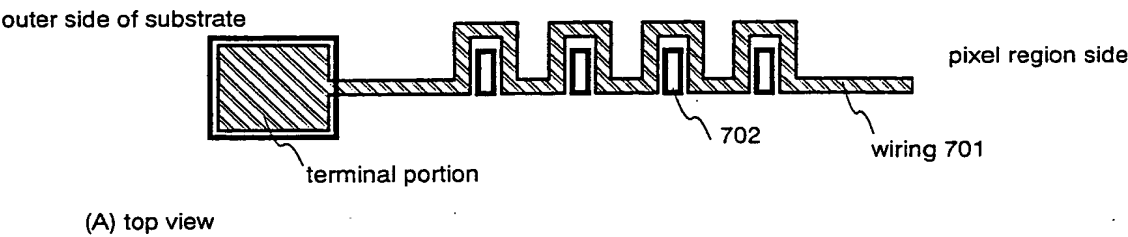
[Fig. 14]



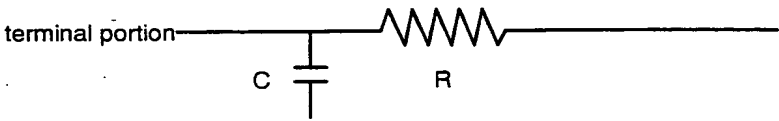
[Fig. 15]



[Fig. 16]

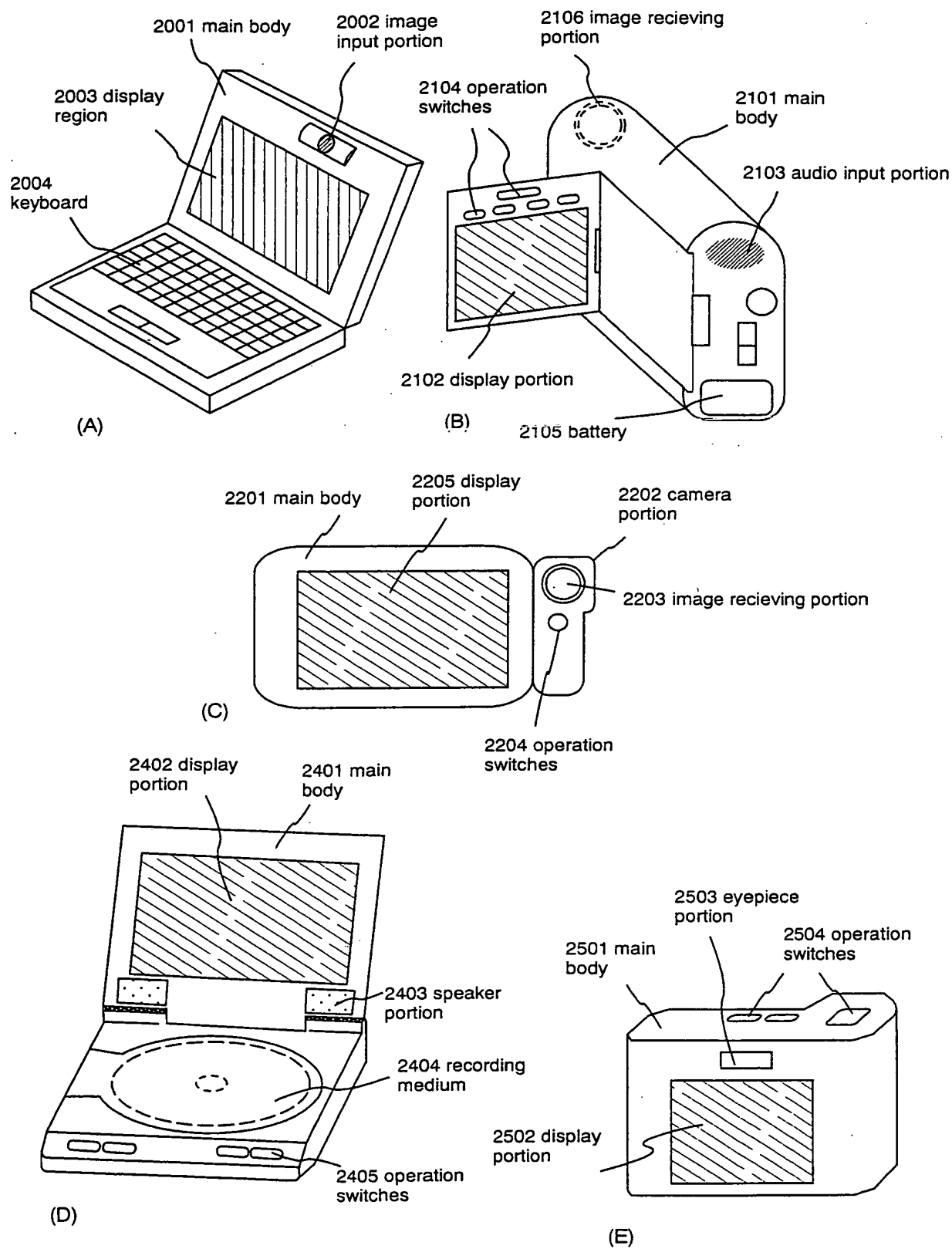


(A) top view

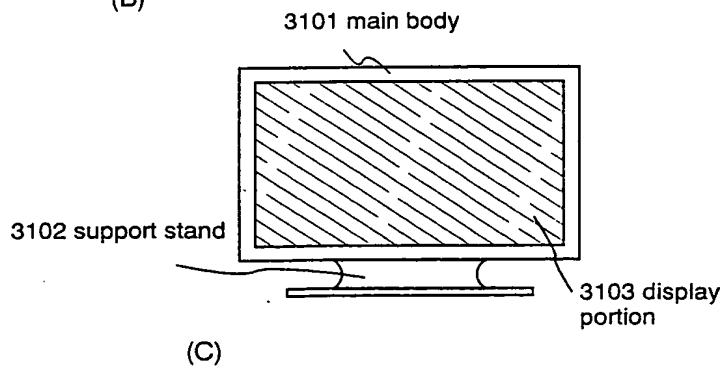
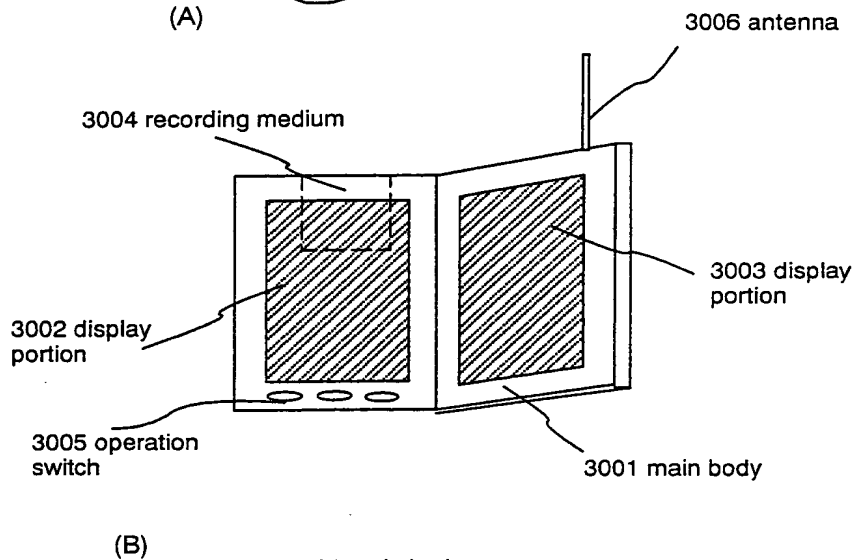
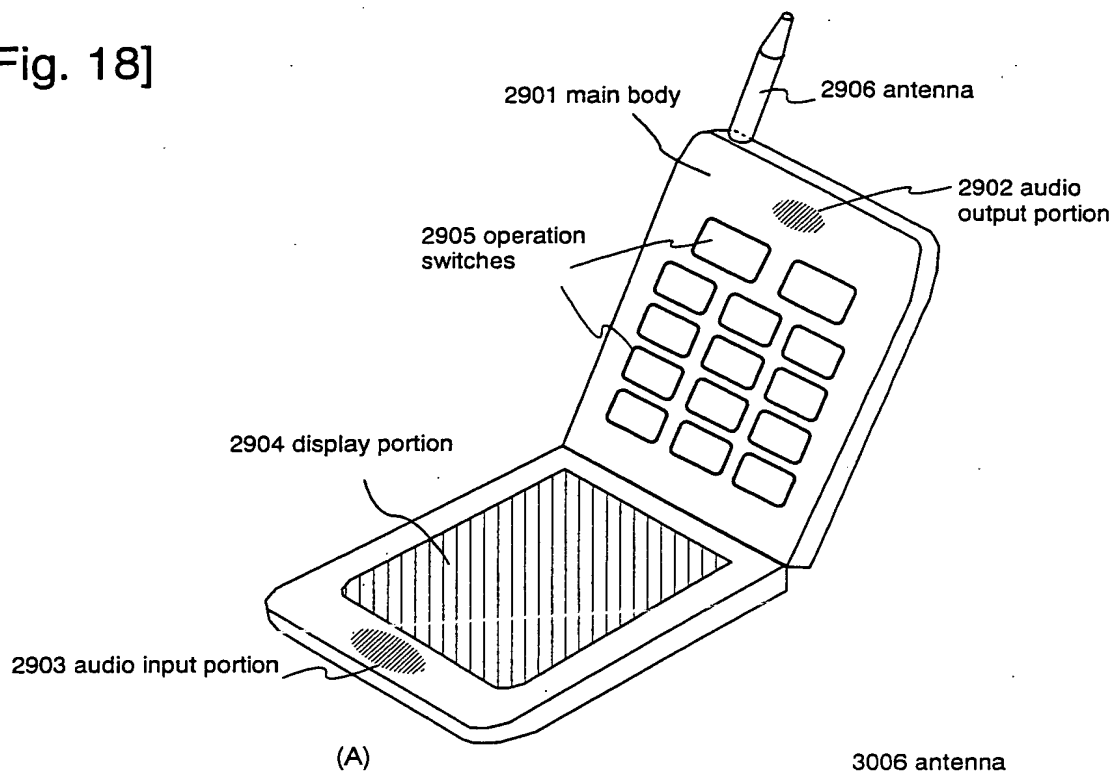


(B) circuit diagram

[Fig. 17]



[Fig. 18]



DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2003 EP0. All rts. reserv.

17305054

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 2001255560 A2 20010921 <No. of Patents:
003>

SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD (English)

Patent Assignee: SEMICONDUCTOR ENERGY LAB

Author (Inventor): YAMAZAKI SHUNPEI; KOYAMA JUN; ARAI YASUYUKI; KUWABARA
HIDEAKI

IPC: *G02F-001/1368; H01L-029/786; H01L-021/336

Derwent WPI Acc No: *G 01-635530; G 01-635530

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date	
JP 2001255560	A2	20010921	JP 200069563	A	20000313	(BASIC)
US 20030160236	AA	20030828	US 388656	A	20030317	
TW 480731	B	20020321	TW 90105033	A	20010305	

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 200069563 A 20000313

US 388656 A 20030317

US 566723 A3 20000509

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

07027926 **Image available**

SEMICONDUCTOR DEVICE AND ITS MANUFACTURING METHOD

PUB. NO.: 2001-255560 [JP 2001255560 A]

PUBLISHED: September 21, 2001 (20010921)

INVENTOR(s): YAMAZAKI SHUNPEI

 KOYAMA JUN

 ARAI YASUYUKI

 KUWABARA HIDEAKI

APPLICANT(s): SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD

APPL. NO.: 2000-069563 [JP 200069563]

FILED: March 13, 2000 (20000313)

INTL CLASS: G02F-001/1368; H01L-029/786; H01L-021/336

ABSTRACT

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce the manufacturing cost and improve the yield by decreasing the number of processes for manufacturing a pixel thin film transistor(TFT) and to provide a technique for forming, on a substrate with large area such as a glass substrate, a driving circuit formed of the TFT satisfying the characteristics required for each circuit altogether and realizing a display device where the driving circuit is packaged so as to enhance the reliability and productivity.

SOLUTION: The pixel TFT of a reverse stagger and channel H type formed in a pixel area is formed on the first substrate and the patterning of a source area and a drain area and the patterning of a pixel electrode are performed by the same photomask. The drive circuit formed by using the TFT having a crystalline substrate semiconductor layer and an input/output terminal subordinate to the drive circuit are made into one unit, and it is formed two or more on a third substrate. Thereafter, a stick driver obtained by dividing the third substrate for each individual unit is packaged in the first substrate.

COPYRIGHT: (C)2001, JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-255560

(P 2 0 0 1 - 2 5 5 5 6 0 A)

(43) 公開日 平成13年9月21日(2001.9.21)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)	
G02F 1/1368		G02F 1/136	500	2H092
H01L 29/786		H01L 29/78	612	D 5F110
21/336			627	C

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全34頁)

(21) 出願番号 特願2000-69563 (P 2000-69563)

(22) 出願日 平成12年3月13日(2000.3.13)

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所

神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 山崎 舜平

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 小山 潤

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 荒井 康行

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
導体エネルギー研究所内

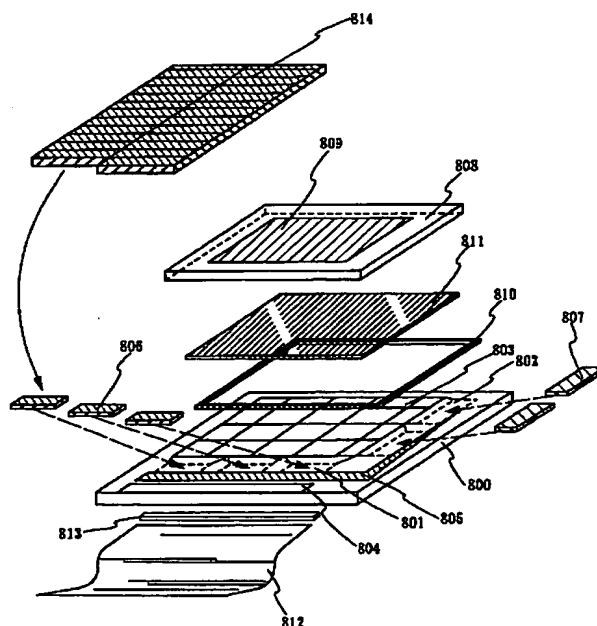
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置及びその作製方法

(57) 【要約】

【課題】 画素T F Tを作製する工程数を削減して製造コストの低減および歩留まりの向上を実現すし、各回路が要求する特性を満たすT F Tで形成した駆動回路をガラス基板などの大面積基板に一括に形成して駆動回路を実装した表示装置を提供し、信頼性と生産性を向上させる技術を提供することを課題とする。

【解決手段】 画素領域に形成する画素T F Tをチャネルエッチ型の逆スタガ型T F Tで第1の基板上に形成し、ソース領域及びドレイン領域のパターニングと画素電極のパターニングを同じフォトマスクで行う。結晶質半導体層を有するT F Tを用いて形成される駆動回路と該駆動回路に従属する入出力端子を一つのユニットとしたものを、第3の基板上に複数個形成し、その後第3の基板を個々のユニット毎に分割して得られるスティックドライバを、第1の基板に実装することを特徴とする。



800:第1の基板、801:シリコン窒化膜貼り合わせ領域(ゲート線)、
802:シリコン窒化膜貼り合わせ領域(走査線)、803:画素領域、
804:入力端子、805:ゲート電極、806,807:シリコン窒化膜、
808:第2の基板、809:共通電極、810:シール材、811:膜品、
812:FPC、813:補強板、814:第3の基板

【特許請求の範囲】

【請求項 1】非晶質半導体を有する逆スタガ型薄膜トランジスタをマトリクス状に配置して画素領域が形成された第 1 の基板と、

前記画素領域に対応して対向電極が形成された第 2 の基板と、

前記第 1 の基板の外側の領域に設けられ、結晶質半導体を有する複数の薄膜トランジスタで形成された駆動回路を有するガラスまたは石英から成る第 3 の基板と、

前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に液晶層を挟持した半導体装置において、

前記逆スタガ型薄膜トランジスタの前記非晶質半導体から成る半導体層と、該半導体層上に形成された第 1 の導電層との少なくとも一つの端面は概略一致して設けられ、

前記第 3 の基板は、前記第 1 の基板上に複数個設けられ、

前記結晶質半導体を有する複数の薄膜トランジスタは、第 1 のゲート絶縁膜で形成された第 1 の薄膜トランジスタと、第 2 のゲート絶縁膜で形成された第 2 の薄膜トランジスタを含むことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】複数の走査線と、複数のソース線が絶縁層を介して交差するように設けられ、前記交差部に対応して非晶質半導体を有する逆スタガ型薄膜トランジスタが設けられた画素領域を有する第 1 の基板と、

前記画素領域に対応して対向電極が形成された第 2 の基板と、

前記第 1 の基板の画素領域の外側に設けられ、結晶質半導体を有する複数の薄膜トランジスタで形成された駆動回路を有するガラスまたは石英から成る第 3 の基板と、

前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に液晶層を挟持した半導体装置において、

前記逆スタガ型薄膜トランジスタの前記非晶質半導体から成る半導体層と、該半導体層上に形成された第 1 の導電層との少なくとも一つの端面は概略一致して設けられ、

前記第 3 の基板は複数個設けられ、

前記複数の薄膜トランジスタは、第 1 のゲート絶縁膜で形成された第 1 の薄膜トランジスタと、第 2 のゲート絶縁膜で形成された第 2 の薄膜トランジスタを含むことを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】複数の走査線と、複数のソース線が絶縁層を介して交差するように設けられ、前記交差部に対応して設けられた非晶質半導体を有する逆スタガ型薄膜トランジスタと、該逆スタガ型薄膜トランジスタに接続する画素電極とが設けられた画素領域を有する第 1 の基板と、

前記画素領域に対応して対向電極が形成された第 2 の基板と、

前記第 1 の基板の画素領域の外側に設けられ、結晶質半

導体を有する複数の薄膜トランジスタで形成された駆動回路を有するガラスまたは石英から成る第 3 の基板と、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に液晶層を挟持した半導体装置において、

前記逆スタガ型薄膜トランジスタの前記非晶質半導体から成る半導体層と、該半導体層上に形成された第 1 の導電層との少なくとも一つの端面は概略一致して設けられ、

前記第 3 の基板は複数個設けられ、

前記複数の薄膜トランジスタは、第 1 のゲート絶縁膜で形成された第 1 の薄膜トランジスタと、第 2 のゲート絶縁膜で形成された第 2 の薄膜トランジスタを含むことを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】請求項 1 乃至請求項 3 において、前記第 1 のゲート絶縁膜の厚さは前記第 2 のゲート絶縁膜の厚さよりも薄いことを特徴とする半導体装置。

【請求項 5】請求項 2 または請求項 3 において、前記ガラスまたは石英から成る第 3 の基板は、前記走査線と前記ソース線に対応してそれぞれ設けられ、前記走査線に対応して設けられる第 3 の基板はガラスであり、前記ソース線に対応して設けられる第 3 の基板は石英であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 6】請求項 2 または請求項 3 において、前記第 3 の基板の少なくとも一つは、前記走査線に接続する第 1 の駆動回路が形成され、前記第 3 の基板の少なくとも他の一つは、前記ソース線に接続する第 2 の駆動回路が形成され、かつ、該第 2 の駆動回路は信号分割回路と接続していることを特徴とする半導体装置。

【請求項 7】請求項 3 において、前記走査線と前記ソース線とに囲まれた内側の領域において、

前記画素電極の下方に、前記該逆スタガ型薄膜トランジスタのゲート電極と同じ層で形成された島状の領域が複数個形成され、前記島状の領域の配列パターンにより、前記画素電極の表面が凹凸化されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項 8】請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか一項において、前記半導体装置は携帯電話、ビデオカメラ、モバイルコンピュータ、携帯書籍、デジタルカメラ、パーソナルコンピュータ、DVD プレーヤー、テレビから選ばれた一つであることを特徴とする半導体装置。

【請求項 9】第 1 の基板に、第 1 のマスクでゲート配線を形成する第 1 工程と、絶縁膜、第 1 の半導体膜、一導電型の第 2 の半導体膜、第 1 の導電膜を順次形成する第 2 の工程と、第 2 のマスクで、前記第 1 の半導体膜、前記一導電型の第 2 の半導体膜、第 1 の導電膜を所定の形状にエッチングする第 3 の工程と、

前記第 3 の工程の後に、第 2 の導電膜を形成する第 4 工

程と、

第3のマスクで前記第2の導電膜をエッチングして、前記第2の導電膜からなる画素電極を形成する第5の工程と、

前記第3のマスクで前記第1の導電膜と、前記一導電型の第2の半導体膜と、前記第1の半導体膜の一部とをエッチングする第6の工程と、

第2の基板に前記画素領域に対応する対向電極を形成する第7の工程と、

前記第1の基板と前記第2の基板の間に液晶層を挟持して貼り合わせる第8の工程と、

第3の基板上に結晶質半導体を有する薄膜トランジスタで形成される駆動回路を複数個形成する第9の工程と、前記第3の基板に形成された複数の駆動回路をそれぞれに分割して、スティック状の基板を形成する第10の工程と、

前記スティック状の基板を前記第1の基板の画素領域の周辺に複数個貼り合わせ、前記駆動回路と前記画素領域とを電気的に接続する第11の工程とを有し、

前記第9の工程は、第1の厚さのゲート絶縁膜を形成する工程と、第2の厚さのゲート絶縁膜を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項10】第1の基板に、第1のマスクでゲート配線及び凸部を形成する第1工程と、

絶縁膜、第1の半導体膜、一導電型の第2の半導体膜、第1の導電膜を順次形成する第2の工程と、

第2のマスクで、前記第1の半導体膜、前記一導電型の第2の半導体膜、第1の導電膜を所定の形状にエッチングする第3の工程と、

前記第3の工程の後に、第2の導電膜を形成する第4工程と、

第3のマスクで前記第2の導電膜をエッチングして、前記第2の導電膜からなる画素電極を形成する第5の工程と、

前記第3のマスクで前記第1の導電膜と、前記一導電型の第2の半導体膜と、前記第1の半導体膜の一部とをエッチングする第6の工程と、

第2の基板に前記画素領域に対応する対向電極を形成する第7の工程と、

前記第1の基板と前記第2の基板の間に液晶層を挟持して貼り合わせる第8の工程と、

第3の基板上に結晶質半導体を有する薄膜トランジスタで形成される駆動回路を複数個形成する第9の工程と、前記第3の基板に形成された複数の駆動回路をそれぞれに分割して、スティック状の基板を形成する第10の工程と、

前記スティック状の基板を前記第1の基板の画素領域の周辺に複数個貼り合わせ、前記駆動回路と前記画素領域とを電気的に接続する第11の工程とを有し、

前記第9の工程は、第1の厚さのゲート絶縁膜を形成す

る工程と、第2の厚さのゲート絶縁膜を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項11】請求項9または請求項10において、前記第1の厚さのゲート絶縁膜を形成する工程と、第2の厚さのゲート絶縁膜を形成する工程とは、シリコンと酸素または窒素を含む反応性気体から絶縁膜を堆積する第1の段階と、該絶縁膜を酸化雰囲気中で熱処理する第2の段階とを有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項12】請求項9または請求項10において、前記第1の厚さのゲート絶縁膜を形成する工程と、第2の厚さのゲート絶縁膜を形成する工程とは、シリコンと酸素または窒素を含む反応性気体から絶縁膜を堆積する第1の段階と、該絶縁膜をハロゲンを含む酸化雰囲気中で熱処理する第2の段階とを有することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項13】請求項9または請求項10において、前記非晶質半導体を有する薄膜トランジスタは逆スタガ型で形成し、前記結晶質半導体を有する薄膜トランジスタはトップゲート型で形成することを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項14】請求項9乃至請求項13のいずれか一項において、前記半導体装置は携帯電話、ビデオカメラ、モバイルコンピュータ、携帯書籍、デジタルカメラ、パーソナルコンピュータ、DVDプレーヤー、テレビから選ばれた一つであることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本願発明は薄膜トランジスタ（以下、TFTという）で構成された回路を有する半導体装置およびその作製方法に関する。特に、表示部を形成する画素領域における各画素の構成と、該画素に信号伝達する駆動回路の構成に関する。例えば、液晶表示パネルに代表される電気光学装置およびその様な電気光学装置を部品として搭載した電子機器に関する。

【0002】なお、本明細書中において半導体装置とは、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を指し、電気光学装置、半導体回路および電子機器をその範疇に含むものとする。

【0003】

【従来の技術】画像表示装置として液晶表示装置が知られている。パッシブ型の液晶表示装置に比べ高精細な画像が得られることからアクティブマトリクス型の液晶表示装置が多く用いられるようになってきている。アクティブマトリクス型の液晶表示装置においては、マトリクス状に配置された画素に電圧を印加することにより液晶の配向を制御して、画面上に画像情報を表示する仕組みになっている。

【0004】このようなアクティブマトリクス型液晶表

示装置は、ノート型パーソナルコンピュータ（ノートパソコン）やモバイルコンピュータ、携帯電話などの携帯型情報端末をはじめ、液晶テレビなどの様々な電子機器に利用され広く普及している。このような表示装置はCRTと比較して軽量薄型化が可能であり、用途によっては画面の大面积化や画素数の高密度化が要求されている。

【0005】非晶質シリコンに代表される非晶質半導体膜でTFTのチャネル形成領域などを形成する技術は生産性に優れている。非晶質半導体膜は、バリウムホウケイ酸ガラスやアルミノホウケイ酸ガラスなどの比較的安価で大面积の基板に形成できる特徴を有している。しかしながら、非晶質シリコン膜でチャネル形成領域を形成したTFTの電界効果移動度は、大きくとも $1\text{cm}^2/\text{Vsec}$ 程度しか得ることができない。そのため、画素領域に設けるスイッチング用のTFT（画素TFT）としては利用できるが、駆動回路を形成して所望の動作をさせることはできなかった。従って、画素に印加する電圧を信号に応じて制御する駆動回路は、単結晶シリコン基板で作製したICチップ（ドライバIC）を用い、画素領域の周辺にTAB（Tape Automated bonding）方式やCOG（Chip on Glass）方式で実装されている。

【0006】TAB方式は可撓性の絶縁基板上に銅箔などで配線を形成し、その上にICチップを直接装着したものであり、可撓性基板の一方の端が表示装置の入力端子に接続して実装する方法である。一方、COG方式はICチップを表示装置の基板上に形成した配線のパターンに合わせて直接貼り合わせて接続する方式である。

【0007】また、駆動回路を実装するその他の方法として、特開平7-014880号公報や特開平11-160734号公報にはガラスや石英などの基板上に非単結晶半導体材料で作製したTFTで駆動回路を形成し、短冊状に分割して（以下、このように短冊状に切り出された駆動回路を有する基板をスティックドライバという）、表示装置の基板上に実装する技術が開示されている。

【0008】いずれにしても、画素領域が形成された基板に駆動回路を実装する領域は可能な限り小さい方が好ましく、駆動回路の実装方法には配線のレイアウトなどを含め様々な工夫が凝らされている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】テレビやパーソナルコンピュータのモニタとして、これまではCRTが最も使用されてきた。しかし、省スペースや低消費電力化の観点から、それが液晶表示装置に置き換えられていくにつれ、液晶表示装置に対しては画面の大面积化や高精細化が推進される一方で製造コストの削減が求められてきた。

【0010】アクティブマトリクス型の表示装置は、画素TFTの作製に写真蝕刻（フォトリソグラフィ）技

術を用い、少なくとも5枚のフォトマスクを使用している。フォトマスクはフォトリソグラフィの技術において、エッチング工程のマスクとするフォトレジストパターンを基板上に形成するために用いている。このフォトマスクを1枚使用することによって、レジスト塗布、ブレバーク、露光、現像、ポストバークなどの工程と、その前後の工程において、被膜の成膜およびエッチングなどの工程、さらにレジスト剥離、洗浄や乾燥工程などが付加され、製造に係わる作業は煩雑なものとなり問題となっていた。

【0011】生産性を向上させ歩留まりを向上させるためには、工程数を削減することが有効な手段として考えられる。しかし、フォトマスクの数を減らさない限りは、製造コストの削減にも限界があった。

【0012】また、基板が絶縁体であるために製造工程中における摩擦などによって静電気が発生していた。この静電気が発生すると基板上に設けられた配線の交差部でショートしたり、静電気によってTFTが劣化または破壊されて電気光学装置に表示欠陥や画質の劣化が生じていた。特に、製造工程で行われる液晶配向処理のラビング時に静電気が発生し問題となっていた。

【0013】その他に、画素数が増加すると実装するICチップの数も必然的に多くなる。RGBフルカラー表示のXGAパネルでは、画素領域のソース線側の端子数だけで約3000個となり、それがUXGAでは4800個必要となる。ICチップのサイズは製造プロセスにおけるウエハーサイズで限定され、実用的なサイズとして長辺が20mm程度のものが限度となる。このICチップは出力端子のピッチを $50\mu\text{m}$ としても、1個のICチップで400個の接続端子しか賄うことができない。上述のXGAパネルではソース線側だけでICチップが8個程度、UXGAパネルでは12個が必要となる。

【0014】長尺のICチップを作製する方法も考えられるが、短冊状のICチップは円形のシリコンウエハーから取り出すことのできる数が必然的に減ってしまい実用に即さない。さらに、シリコンウエハー自体が脆い性質なので、あまり長尺のものを作製すると破損してしまう確率が増大する。また、ICチップの実装には位置合わせの精度や、端子部のコンタクト抵抗を低くする必要がある。1枚のパネルに貼り付けるICチップの数が増え、不良の発生率が増え、その工程における歩留まりを低下させる懸念がある。その他にも、ICチップの基体となっているシリコンと画素領域が形成されているガラス基板との温度係数が異なるため、貼り合わせた後にたわみなどが発生し、コンタクト抵抗の増大といった直接的な不良の他に、発生する応力によって素子の信頼性が低下する要因になる。

【0015】一方、スティックドライバは画素領域と同等の長さの駆動回路を形成することも可能であり、一つのスティックドライバで駆動回路を形成して実装するこ

ともできる。しかしながら、回路部の面積が増えると、一つの点欠陥で不良となってしまうスティックドライバの数が減少するので、1枚の基板から取り出すことのできる数が減少し、工程歩留まりが低下を招いてしまう。

【0016】生産性の観点からは、大面積のガラス基板や石英基板上に結晶質半導体膜から作製するTFTで多数のスティックドライバを形成する方法は優れていると考えられる。しかし、走査線側とソース線側では回路の駆動周波数が異なり、また、印加する駆動電圧の値も異なっている。具体的には、走査線側のスティックドライバのTFTには30V程度の耐圧が要求されるものの、駆動周波数は100kHz以下であり高速性は要求されない。ソース線側のスティックドライバのTFTの耐圧は12V程度あれば十分であるが、駆動周波数は3Vにて65MHz程度であり高速動作が要求される。このように、要求される仕様の違いによりスティックドライバおよび該ドライバ内のTFTの構造を適切に作り分ける必要がある。

【0017】このような背景を基にして、本発明は液晶表示装置の画素TFTを作製する工程数を削減して製造コストの低減および歩留まりの向上を実現することを第1の課題とする。また、各回路が要求する特性を満たすTFTで形成した駆動回路をガラス基板などの大面積基板に一括に形成する方法と、そのような駆動回路を実装した表示装置を提供し、信頼性と生産性を向上させる技術を提供することを第2の課題とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための第1の手段は、画素領域に形成する画素TFTをチャンネルエッチ型の逆スタガ型TFTで形成し、ソース領域及びドレイン領域のパターニングと画素電極のパターニングを同じフォトリソで行うことを特徴とする。

【0019】本発明の画素TFTの作製方法を図1を参照して簡略に説明する。まず、第1のマスク（フォトリソ1枚目）でゲート配線102と容量配線103のパターンを形成する。次いで、絶縁膜（ゲート絶縁膜）、第1の半導体膜、一導電型の第2の半導体膜、第1の導電膜を順次積層形成する。

【0020】第2のマスク（フォトリソ2枚目）で第1の導電膜、一導電型の第2の半導体膜、第1の半導体膜を所定の形状にエッチングして、画素TFTのチャンネル形成領域やソースまたはドレイン領域を確定すると共に、ソース配線やドレイン電極のパターンを形成する。その後、画素電極を形成するための第2の導電膜を形成する。

【0021】第3のマスク（フォトリソ3枚目）で第2の導電膜をエッチングして画素電極119を形成する。さらに、画素TFTのチャンネル形成領域上に残存する第1の導電膜と一導電型の第2の半導体膜をエッチングして除去する。このエッチング処理では、エッチング

の選択比が大きくとれないので第1の半導体膜も一部がエッチングされる。

【0022】このような工程により、画素TFTの作製に必要なフォトリソの数を3枚とすることができる。画素TFT上に保護絶縁膜を形成する場合には、画素電極に開口を設ける必要から、もう1枚フォトリソが必要となる。ソース配線は画素電極と同じ材料である第2の導電膜で覆い、基板全体を外部の静電気等から保護する構造とすることもできる。また、この第2の導電膜を用いて画素TFT部以外の領域に保護回路を形成する構造としてもよい。このような構成とすることで、製造工程において製造装置と絶縁体基板との摩擦による静電気の発生を防止することができる。特に、製造工程で行われる液晶配向処理のラビング時に発生する静電気からTFT等を保護することができる。

【0023】反射型の液晶表示装置では、明るい表示を得るために画素電極の表面を凹凸化して、最適な反射特性を有する画素電極を形成する方法がある。本発明はこのような反射型の液晶表示装置にも適用し得るものであり、そのためにフォトリソを増やすことを必要としない。画素電極の表面を凹凸化する方法として、ゲート配線を形成するときに、画素電極の下方の領域に島状に分離されたパターンを形成しておく手法を用いる。そのパターン上にはゲート絶縁膜と画素電極の層が形成されるのみであるので、パターンに対応した凹凸形状を画素電極の表面に形成することができる。

【0024】上記課題を解決するための第2の手段は、画素領域が形成された第1の基板と、対向電極が形成された第2の基板とを有する表示装置において、結晶質半導体層を有するTFTを用いて形成される駆動回路と該駆動回路に従属する入出力端子を一つのユニットとしたものを、第3の基板上に複数個形成し、その後第3の基板を個々のユニット毎に分割して得られるスティックドライバを、第1の基板に実装することを特徴とする。

【0025】スティックドライバの各回路の構成は、走査線側とソース線側で異なるものとし、要求される回路特性に応じてTFTのゲート絶縁膜の厚さやチャンネル長などを異ならせたものとする。例えば、シフトレジスタ回路、レベルシフト回路、バッファ回路から構成する走査線のスティックドライバでは、30Vの耐圧が要求されるバッファ回路のTFTはシフトレジスタ回路のTFTよりもゲート絶縁膜を厚く形成する。また、シフトレジスタ回路、ラッチ回路、レベルシフト回路、D/A変換回路から構成されるソース線側のスティックドライバは、高周波数で駆動するためにシフトレジスタ回路やラッチ回路のゲート絶縁膜の厚さを薄くし、チャンネル長も他のTFTよりも短く形成する。

【0026】また、高い周波数の入力デジタル信号を必要とするソース線側には信号分割回路を設け、スティックドライバに入力するデータ信号の周波数を落とす手段

を設ける。これにより、スティックドライバのTFTの負担を軽減し、駆動回路の信頼性を向上させる。信号分割回路は、 n 個の入力部と $m \times n$ 個の出力部とを備え、 n 個の入力部のそれぞれより入力信号の供給を受け、入力デジタル信号のパルスの長さを時間伸長した修正デジタル信号を、 $m \times n$ 個ある出力部より送り出すことにより、入力デジタル信号の周波数を落としている。修正デジタル信号は、入力デジタル信号のパルスの長さを何倍に時間伸長したものであっても良い。

【0027】本発明の基本的な概念を図32に示す。表示領域3202が形成された第1の基板3201と、第3の基板3206上に複数の駆動回路を形成し、第3の基板3206を各駆動回路毎に、短冊状または矩形状に分断することによって取り出されるスティックドライバを第1の基板に貼り合わせる。駆動回路の構成は走査線側とソース線側で異なるが、いずれにしてもそれぞれの側で複数のスティックドライバを実装する。図32では、走査線駆動回路が形成されたスティックドライバ3203、3204及びソース線駆動回路が形成されたスティックドライバ3207、3208が実装される形態を示している。

【0028】スティックドライバは大面積の第3の基板上に複数個作り込むことが生産性を向上させる観点から適している。例えば、 $300 \times 400 \text{ mm}$ や $550 \times 650 \text{ mm}$ の大面積の基板上に駆動回路部と入出力端子を一つのユニットとする回路パターンを複数個形成し、最後に分割して取り出すと良い。スティックドライバの短辺の長さは1~6mm、長辺の長さは15~80mmとする。このようなサイズで分割するには、ダイヤモンド片などを利用してガラス基板の表面に罫書き線を形成し、外力を作用させて罫書き線に沿って分断する方法で行うことができる。この加工を行う機械はガラススクライパーとも呼ばれるが、分断加工するのに必要な刃の加工幅は100 μm を下らず、100~500 μm は余裕を見込む必要があった。また、基板上に形成したマーカーとの位置合わせ精度も $\pm 100 \mu\text{m}$ の誤差がある。従って、ガラススクライパーで短辺が2mmのスティックドライバを切り出すには切りしろを1~5mm見込む必要があり、そのために1枚の基板からの取り数が制限されてしまう。一方、シリコンウェハを個々のダイに切断するプレートダイシング法を用いたダイシング装置は、ブレード

(刃)の幅が0.02~0.05mmであり、位置合わせ精度を考慮しても100 μm 以下の精度で基板を分割することができる。

【0029】従って、1枚の基板からスティックドライバを効率的に取出す方法は、加工精度の低いガラススクライパーで分断する加工領域と、加工精度の高いダイシング装置で分断する加工領域とを分けて配置する。具体的には、一辺が100~200mmの領域から成る群を作り、その群の中に短辺の長さ1~6mmのスティックドラ

イバを複数個配置する。そして、群と群との分割はガラススクライパーで行い、分割された群からスティックドライバを取り出すにはダイシング装置で行う。

【0030】また、ソース線側のスティックドライバは、チャンネル長を0.3~1 μm とし、さらに上記のような限られた面積内に必要な回路を形成するために、走査線側のスティックドライバよりもデザインルールを縮小して形成する。その好ましい方法として、ステッパ方式を用いた露光技術を採用する。

【0031】

【発明の実施の形態】[実施形態1]本願発明の液晶表示装置における画素領域の画素の構成について説明する。図1はその平面図の一例であり、ここでは簡略化のため、マトリクス状に配置された複数の画素の1つの画素構成を示している。また、図2及び図3は作製工程を示す図である。

【0032】図1に示すように、画素領域は互いに平行に配置された複数のゲート配線と、各ゲート配線と交差するソース配線を複数有している。ゲート配線とソース配線とで囲まれた領域には画素電極119が設けられている。また、この画素電極119と重ならないように、画素電極と同じ材料からなる配線120がソース配線117と重なっている。ゲート配線102とソース配線117の交差部近傍にはスイッチング素子としてのTFTが設けられている。このTFTは非晶質構造を有する半導体膜(以下、第1の半導体膜と呼ぶ)で形成されたチャンネル形成領域を有する逆スタガ型(若しくはボトムゲート型ともいう)のTFTである。

【0033】さらに、画素電極119の下方で隣り合う2本のゲート配線の間には、ゲート配線102と平行に容量配線103が配置されている。この容量配線103は全画素に設けられており、画素電極119との間に存在する絶縁膜104bを誘電体として保持容量を形成している。

【0034】本発明の逆スタガ型TFTは、絶縁性基板上に順次、ゲート電極(ゲート配線102と同じ層で一体形成され、ゲート配線に接続する電極)と、ゲート絶縁膜と、第1の半導体膜と、一導電型(通常はn型を用いる)の不純物元素を含む第2の半導体膜からなるソース領域及びドレイン領域と、ソース電極(ソース配線117と一体形成された)及び電極118(以下、ドレイン電極とも呼ぶ)とが積層形成されている。

【0035】ソース配線(ソース電極含む)及びドレイン電極118の下方には、絶縁性基板上に順次、ゲート絶縁膜と、第1の半導体膜と、n型を付与する不純物元素を含む第2の半導体膜とが積層形成されている。

【0036】第1の半導体膜のうち、ソース領域と接する領域とドレイン領域との間の領域は、他の領域と比べ膜厚が薄くなっている。膜厚が薄くなったのは、n型を付与する不純物元素を含む第2の半導体膜をエッチング

により分離してソース領域とドレイン領域とを形成する際、第1の半導体膜の一部が除去されたためである。また、このエッチングによって画素電極の端面、ドレイン電極の端面、及びドレイン領域の端面が一致している。このような逆スタガ型のTFTはチャンネルエッチ型と呼ばれている。また、本発明における逆スタガ型TFTの特徴は、ソース電極を覆う配線120の端面、ソース領域の端面、及びソース配線の端面が一致している。

【0037】[実施形態2]図6は本発明の表示装置の構成を示す図である。基板651上には画素領域652が形成されている。その画素領域652が形成された領域上には対向電極が形成された第2の基板660が液晶層(図示せず)を介して貼り合わされている。第1の基板と第2の基板との間隔、即ち液晶層の厚さはスペーサによって決定付けられるが、ネマチック液晶の場合には3~8 μm 、スメチック液晶の場合には1~4 μm とする。第1及び第2の基板にはアルミノホウケイ酸ガラスやバリウムホウケイ酸ガラスなどの無アルカリガラスを用いることが好ましく、その厚さは0.3~1.1mm(代表的には0.7mm)が用いられるので、相対的に液晶層の厚さは外観上無視できるものである。

【0038】画素領域652は走査線(ゲート配線に対応する)群658とソース線群659が交差してマトリクスを形成し、各交差部に対応してTFTが配置されている。ここで配置されるTFTは実施形態1で説明した逆スタガ型のTFTを用いる。非晶質シリコン層はプラズマCVD法で300℃以下の温度で形成することが可能であり、例えば、外寸550×650mmの無アルカリガラス基板であっても、TFTを形成するのに必要な膜厚を数十秒で形成することができる。このような製造技術の特徴は、大画面の表示装置を作製する上で非常に有用に活用することができる。

【0039】画素領域652の外側の領域には、駆動回路が形成されたスティックドライバ653、654が実装されている。653はソース線側の駆動回路であり、654は走査線側の駆動回路であるが、いずれも複数個に分割して実装する。RGBフルカラーに対応した画素領域を形成するためには、XGAクラスでソース線の本数が3072本であり走査線側が768本必要となる。また、UXGAではそれぞれ4800本と1200本が必要となる。このような数で形成されたソース線及び走査線は画素領域652の端部で数ブロック毎に区分して引出線657を形成し、スティックドライバ653、654の出力端子のピッチに合わせて集められている。

【0040】一方、基板651の端部には外部入力端子655が形成され、この部分で外部回路と接続するFPC(フレキシブルプリント配線板:Flexible Printed Circuit)を貼り合わせる。そして、外部入力端子655とスティックドライバとの間は基板651上に形成した接続配線656によって結ばれ、最終的にはスティック

ドライバの入力端子のピッチに合わせて集められる。

【0041】スティックドライバの回路構成は、走査線側とソース線側とで異なっている。図7はその一例を示し、図6と同様に画素領域670の外側に走査線側のスティックドライバ671と、ソース線側のスティックドライバ672が設けられる様子を示している。スティックドライバは画素密度にもよるが、走査線側で1~2個、データ線側で2~10個程度が実装される。走査線側のスティックドライバ671の構成は、シフトレジスタ回路673、レベルシフト回路674、バッファ回路675から成っている。この内、バッファ回路675は30V程度の耐圧が要求されるものの、動作周波数は100kHz程度であるので、特にこの回路を形成するTFTはゲート絶縁膜の厚さは150~250nm、チャンネル長は1~2 μm で形成する。一方、ソース線側のスティックドライバは、シフトレジスタ回路676、ラッチ回路677、レベルシフト回路678、D/A変換回路679から構成される。シフトレジスタ回路676やラッチ回路677は駆動電圧3Vで周波数50MHz以上(例えば65MHz)で駆動するために、特にこの回路を形成するTFTはゲート絶縁膜の厚さは20~70nm、チャンネル長は0.3~1 μm で形成する。

【0042】このような駆動回路が形成されたスティックドライバは図8(A)に示すように、第3の基板811上に形成され、TFTで形成された回路部812、入力端子813、出力端子814が設けられている。駆動回路部812のTFTのチャンネル形成領域やソース及びドレイン領域は結晶質半導体膜で形成する。結晶質半導体膜には非晶質半導体膜をレーザー結晶化法や熱結晶化法で結晶化させた膜を適用することが可能であり、その他のもSOI技術を用いて形成された単結晶半導体層で形成することも可能である。

【0043】図8(B)はスティックドライバの上面図であり、図8(A)の断面図はA-A'線に対応している。画素領域のソース線または走査線に接続する出力端子のピッチは40~100 μm で複数個形成する。また、同様に入力端子813も必要な数に応じて形成する。これらの入力端子813及び出力端子814は一辺の長さを30~100 μm とした正方形または長方形に形成する。図6で示したように、スティックドライバは画素領域の一辺の長さに合わせて形成するものではなく、長辺が15~80mm、短辺が1~6mmの矩形状または短冊状に形成する。画素領域のサイズ、即ち画面サイズが大型化すると、その一例として、20型では画面の一方の辺の長さは443mmとなる。勿論、この長さに対応してスティックドライバを形成することは可能であるが、基板の強度を確保するには実用的な形状とはなり得ない。むしろ、15~80mmの長さとして複数個にスティックドライバを分割する方が取り扱いが容易となり、製造上の歩留まりも向上する。

【0044】スティックドライバのICチップに対する外形寸法の優位性はこの長辺の長にあり、ICチップを15～80mmという長さで形成することは生産性の観点から適していない。不可能ではないにしろ、円形のシリコンウエハーから取出すICチップの取り数を減少させるので現実的な選択とはなり得ない。一方、スティックドライバの駆動回路はガラス基板上に形成するものであり、母体として用いる基板の形状に限定されないので生産性を損なうことがない。このように、長辺が15～80mmで形成されたスティックドライバを用いることにより、画素領域に対応して実装するのに必要な数がICチップを用いる場合よりも少なく済むので、製造上の歩留まりを向上させることができる。

【0045】第3の基板を用いて作製されたスティックドライバを第1の基板上に実装する方法はCOG方式と同様なものであり、異方性導電材を用いた接続方法やワイヤボンディング方式などを採用することができる。図9にその一例を示す。図9(A)は第1の基板201にスティックドライバ208が異方性導電材を用いて実装する例を示している。第1の基板210上には画素領域202、引出線206、接続配線及び入出力端子207が設けられている。第2の基板はシール材204で第1の基板201と接着されており、その間に液晶層205が設けられている。また、接続配線及び入出力端子207の一方の端にはFPC212が異方性導電材で接着されている。異方性導電材は樹脂215と表面にAuなどがメッキされた数十～数百μm径の導電性粒子214から成り、導電性粒子214により接続配線及び入出力端子207とFPC212に形成された配線213とが電気的に接続されている。スティックドライバ208も同様に異方性導電材で第1の基板に接着され、樹脂211中に混入された導電性粒子210により、スティックドライバ208に設けられた入出力端子209と引出線206または接続配線及び入出力端子207と電気的に接続されている。

【0046】図10(A)はこの方式によるスティックドライバ224の実装方法を詳細に説明する部分断面図である。スティックドライバ224には入出力端子225が設けられ、その周辺部には保護絶縁膜226が形成されていることが望ましい。第1の基板220には第1の導電層221と第2の導電層223、及び絶縁層222が図で示すように形成され、ここでは第1の導電層221と第2の導電層223とで引出線または接続配線を形成している。第1の基板に形成されるこれらの導電層及び絶縁層は画素領域の画素TF Tと同じ工程で形成されるものである。例えば、画素TF Tが逆スタガ型で形成される場合、第1の導電層221はゲート電極と同じ層に形成され、Ta、Cr、Ti、Alなどの材料で形成される。通常ゲート電極上にはゲート絶縁膜が形成され、絶縁層222はこれと同じ層で形成されるものであ

る。第1の導電層221上に重ねて設ける第2の導電層223は画素電極と同じ透明導電膜で形成されるものであり、導電性粒子227との接触を良好なものとするために設けられている。樹脂228中に混入させる導電性粒子227の大きさと密度を適したものとすることにより、このような形態でスティックドライバと第1の基板とは電気的接続構造を形成することができる。

【0047】図10(B)は樹脂の収縮力を用いたCOG方式の例であり、スティックドライバ側にTaやTiなどでバリア層229を形成し、その上に無電解メッキ法などによりAuを約20μm形成しバンプ230とする。そして、スティックドライバと第1の基板との間に光硬化性絶縁樹脂231を介在させ、光硬化して固まる樹脂の収縮力を利用して電極間を圧接して電気的な接続を形成する。

【0048】また、図9(B)で示すように第1の基板にスティックドライバを接着材216で固定して、Auワイヤ217によりスティックドライバの入出力端子と引出線または接続配線とを接続しても良い。そして樹脂218で封止する。

【0049】スティックドライバの実装方法は図9及び図10を基にした方法に限定されるものではなく、ここで説明した以外にも公知のCOG方法やワイヤボンディング方法、或いはTAB方法を用いることが可能である。

【0050】スティックドライバの厚さは、対向電極が形成された第2の基板と同じ厚さとすることにより、この両者の間の高さはほぼ同じものとなり、表示装置全体としての薄型化に寄与することができる。また、それぞれの基板を同じ材質のもので作製することにより、この液晶表示装置に温度変化が生じて熱応力が発生することなく、TF Tで作製された回路の特性を損なうことはない。その他にも、本実施形態で示すようにICチップよりも長尺のスティックドライバで駆動回路を実装することにより、一つの画素領域に対して必要な数を減らすことができる。

【0051】

【実施例】[実施例1]本実施例は液晶表示装置の作製方法を示し、基板上に画素部のTF Tを逆スタガ型で形成し、該TF Tに接続する保持容量を作製する方法について図1～図5を用い工程に従って詳細に説明する。また、同図には該基板の端部に設けられ、他の基板に設けた回路の配線と電気的に接続するための端子部の作製工程を同時に示す。

【0052】図2(A)において、基板100にはコーニング社の#7059ガラスや#1737ガラスなどに代表されるバリウムホウケイ酸ガラスやアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板を用いる。その他に、石英基板、プラスチック基板などの基板を使用することができ

【0053】この基板100上に導電層を全面に形成した後、第1のフォトリソを用いるフォトリソ工程を行い、エッチング処理をしてゲート電極102'及びゲート配線（図示せず）、容量配線103、端子101を形成する。このとき少なくともゲート電極102'の端部にテーパー部が形成されるようにエッチングする。また、この段階での上面図を図4に示す。

【0054】ゲート電極102及びゲート配線と容量配線103、端子部の端子101は、アルミニウム（Al）や銅（Cu）などの低抵抗導電性材料で形成することが望ましいが、Al単体では耐熱性が劣り、また腐蝕しやすい等の問題点があるので耐熱性導電性材料と組み合わせ形成する。また、低抵抗導電性材料としてAgPdCu合金を用いてもよい。耐熱性導電性材料としては、チタン（Ti）、タンタル（Ta）、タングステン（W）、モリブデン（Mo）、クロム（Cr）、Nd（ネオジム）から選ばれた元素、または前記元素を成分とする合金か、前記元素を組み合わせた合金膜、または前記元素を成分とする窒化物で形成する。例えば、TiとCuの積層、Ta₂NとCuとの積層が挙げられる。また、Ti、Si、Cr、Nd等の耐熱性導電性材料と組み合わせ形成した場合、平坦性が向上するため好ましい。その他に、耐熱性導電性材料の単層やMoとW、或いはMoとTaの合金を用いても良い。

【0055】液晶表示装置を作製するには、ゲート電極およびゲート配線は耐熱性導電性材料と低抵抗導電性材料とを組み合わせ形成することが望ましい。画面サイズが4型程度までなら耐熱性導電性材料の窒化物から成る導電層（A）と耐熱性導電性材料から成る導電層（B）とを積層した二層構造とする。導電層（B）はAl、Cu、Ta、Ti、W、Nd、Crから選ばれた元素、または前記元素を成分とする合金か、前記元素を組み合わせた合金膜で形成すれば良く、導電層（A）は窒化タンタル（Ta₂N）膜、窒化タングステン（WN）膜、窒化チタン（TiN）膜などで形成する。例えば、導電層（A）としてCr、導電層（B）としてNdを含むAlとを積層した二層構造とすることが好ましい。導電層（A）は10～100nm（好ましくは20～50nm）とし、導電層（B）は200～400nm（好ましくは250～350nm）とする。

【0056】一方、4型クラス以上の大画面に適用するには耐熱性導電性材料から成る導電層（A）と低抵抗導電性材料から成る導電層（B）と耐熱性導電性材料から成る導電層（C）とを積層した三層構造とすることが好ましい。低抵抗導電性材料から成る導電層（B）は、アルミニウム（Al）を成分とする材料で形成し、純Alの他に、0.01～5atomic%のスカンジウム（Sc）、Ti、Nd、シリコン（Si）等を含むAlを使用する。導電層（C）は導電層（B）のAlにヒロックが発生するのを防ぐ効果がある。導電層（A）は1

0～100nm（好ましくは20～50nm）とし、導電層（B）は200～400nm（好ましくは250～350nm）とし、導電層（C）は10～100nm（好ましくは20～50nm）とする。本実施例では、Tiをターゲットとしたスパッタ法により導電層（A）をTi膜で50nmの厚さに形成し、Alをターゲットとしたスパッタ法により導電層（B）をAl膜で200nmの厚さに形成し、Tiをターゲットとしたスパッタ法により導電層（C）をTi膜で50nmの厚さに形成する。

【0057】次いで、絶縁膜104aを全面に成膜する。絶縁膜104aはスパッタ法を用い、膜厚を50～200nmとする。例えば、絶縁膜104aとして窒化シリコン膜を用い、150nmの厚さで形成する。勿論、ゲート絶縁膜はこのような窒化シリコン膜に限定されるものでなく、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化タンタル膜などの他の絶縁膜を用い、これらの材料から成る単層または積層構造として形成しても良い。例えば、下層を窒化シリコン膜とし、上層を酸化シリコン膜とする積層構造としても良い。

【0058】絶縁膜104a上に50～200nm（好ましくは100～150nm）の厚さで第1の半導体膜105を、プラズマCVD法やスパッタ法などの公知の方法で全面に形成する。例えば、シリコンのターゲットを用いたスパッタ法で非晶質シリコン（a-Si）膜を150nmの厚さに形成する。その他、この第1の半導体膜には、微結晶半導体膜、非晶質シリコンゲルマニウム膜（Si_xGe_{1-x}）、（0<X<1）、非晶質シリコンカーバイド（Si₃C₂）などの非晶質構造を有する化合物半導体膜を適用することも可能である。

【0059】次に、一導電型（n型またはp型の不純物元素を含む）の第2の半導体膜を20～80nmの厚さで形成する。一導電型の第2の半導体膜は、プラズマCVD法やスパッタ法などの公知の方法で全面に形成する。本実施例では、リン（P）が添加されたシリコンターゲットを用いて一導電型の第2の半導体膜106を形成する。或いは、シリコンターゲットを用い、リンを含む雰囲気中でスパッタリングを行い成膜してもよい。その他にも、第2の半導体膜を水素化微結晶シリコン膜（ μ c-Si:H）で形成しても良い。

【0060】金属材料からなる第1の導電膜107はスパッタ法や真空蒸着法で形成する。第1の導電膜107の材料としては、第2の半導体膜106とオーミックコンタクトのとれる金属材料であれば特に限定されず、Al、Cr、Ta、Tiから選ばれた元素、または前記元素を成分とする合金か、前記元素を組み合わせた合金膜等が挙げられる。本実施例ではスパッタ法を用い、第1の導電膜107として、50～150nmの厚さのTi膜と、そのTi膜上に重ねてアルミニウム（Al）を300～400nmの厚さで形成し、さらにその上にTi膜を100～150nmの厚さで形成する3層構造で形成する

(図 2 (A))。

【0061】絶縁膜 104a、第 1 の半導体膜 105、一導電型の第 2 の半導体膜 106、及び第 1 の導電膜 107 はいずれも公知の方法で作製するものであり、プラズマ CVD 法やスパッタ法で作製することができる。本実施例では、これらの膜 (104a、105、106、107) をスパッタ法で、ターゲット及びスパッタガスを適宜切り替えることにより連続的に形成した。この時、スパッタ装置において、同一の反応室または複数の反応室を用い、これらの膜を大気に晒すことなく連続して積層させることが好ましい。このように、大気に曝さないことで不純物の混入を防止することができる。

【0062】そして、第 2 のフォトリソグラフィ工程を行い、レジストマスク 108 を形成し、エッチングにより不要な部分を除去して配線 (後の工程によりソース配線及びドレイン電極) 111 を形成する。この際のエッチング方法としてウエットエッチングまたはドライエッチングを用いる。この時、第 1 の導電膜 107、一導電型の第 2 の半導体膜 106、及び第 1 の半導体膜 105 が順次、レジストマスク 108 のパターンに従ってエッチングとなす。この工程では配線の形成のみならず、TFE を形成する半導体層のパターンまでも同時に形成する。TFE の形成部においては、第 1 の導電膜からなる配線 111、n 型を付与する不純物元素を含む第 2 の半導体膜 110、及び第 1 の半導体膜 109 がそれぞれ形成される。本実施例では、 SiCl_4 と Cl_2 と BCl_3 の混合ガスを反応ガスとしたドライエッチングにより、Ti 膜と Al 膜と Ti 膜を順次積層した第 1 の導電膜 107 をエッチングし、反応ガスを CF_4 と O_2 の混合ガスに代えて第 1 の半導体膜 105 及び n 型を付与する不純物元素を含む第 2 の半導体膜 106 を選択的に除去する (図 2 (B))。また、容量部においては容量配線 103 と絶縁膜 104a を残り、同様に端子部においても、端子 101 と絶縁膜 104a が残る。この状態の上面図を図 5 に示す。但し、簡略化のため図 5 では全面に成膜された第 2 の導電膜 112 は図示していない。

【0063】次に、レジストマスク 108 を除去した後、スクリーン印刷で画素領域の全面を覆うマスクを形成し、端子部のパッド部分を覆っている絶縁膜 104a を選択的に除去する。この処理は高い位置合わせ精度を要求しないので、スクリーン印刷やシャドーマスクを用いて行うことができる。こうして絶縁膜 104b を形成する (図 2 (C))。

【0064】そして、全面に透明導電膜からなる第 2 の導電膜 112 を成膜する (図 2 (D))。この第 2 の導電膜 112 の材料は、酸化インジウム (In_2O_3) や酸化インジウム酸化スズ合金 ($\text{In}_2\text{O}_3-\text{SnO}_2$ 、ITO と略記する) などをスパッタ法や真空蒸着法などを用いて形成する。このような材料のエッチング処理は塩酸

系の溶液により行う。しかし、特に ITO のエッチングは残渣が発生しやすいので、エッチング加工性を改善するために酸化インジウム酸化亜鉛合金 ($\text{In}_2\text{O}_3-\text{ZnO}$) を用いても良い。酸化インジウム酸化亜鉛合金は表面平滑性に優れ、ITO と比較して熱安定性にも優れているので、第 2 の導電膜 112 と接触する配線 111 を Al 膜で形成しても腐蝕反応をすることを防止できる。同様に、酸化亜鉛 (ZnO) も適した材料であり、さらに可視光の透過率や導電率を高めるためにガリウム (Ga) を添加した酸化亜鉛 ($\text{ZnO}:\text{Ga}$) などを用いることができる。

【0065】次に、第 3 のフォトリソグラフィ工程を行い、フォトリソグラフィ工程によりレジストマスク 113a~113c を形成する。そして、エッチングにより不要な部分を除去して第 1 の半導体膜 114、ソース領域 115 及びドレイン領域 116、ソース電極 117 及びドレイン電極 118、画素電極 119 を形成する (図 3

(A))。このフォトリソグラフィ工程は、第 2 の導電膜 112 をパターニングすると同時に配線 111 と、一導電型の第 2 の半導体膜 110 と第 1 の半導体膜 109 の一部をエッチングにより除去して開孔を形成する。本実施例では、まず、ITO からなる第 2 の導電膜 112 を硝酸と塩酸の混合溶液または塩化系第 2 鉄系の溶液を用いたウエットエッチングにより選択的に除去し、ウエットエッチングにより配線 111 を選択的に除去した後、ドライエッチングにより n 型を付与する不純物元素を含む第 2 の半導体膜 110 と第 1 の半導体膜 109 の一部をエッチングした。なお、本実施例では、ウエットエッチングとドライエッチングとを用いたが、実施者が反応ガスを適宜選択してドライエッチングのみで行ってもよいし、実施者が反応溶液を適宜選択してウエットエッチングのみで行ってもよい。

【0066】また、開孔の底部は第 1 の半導体膜に達しており、凹部を有する第 1 の半導体膜 114 が形成される。この開孔によって配線 111 はソース配線 117 とドレイン電極 118 に分離され、一導電型の第 2 の半導体膜 110 はソース領域 115 とドレイン領域 116 に分離される。また、ソース配線と接する第 2 の導電膜 120 は、ソース配線を覆い、後の製造工程、特にラビング処理で生じる静電気を防止する役目を果たす。本実施例では、ソース配線上に第 2 の導電膜 120 を形成した例を示したが、第 2 の導電膜 120 を除去してもよい。また、このフォトリソグラフィ工程において、容量部における絶縁膜 104b を誘電体として、容量配線 103 と画素電極 119 とで保持容量が形成される。その他に、このフォトリソグラフィ工程において、レジストマスク 113c で覆い端子部に形成された透明導電膜からなる第 2 の導電膜を残す。

【0067】次に、レジストマスク 113a~113c を除去した。この状態の断面図を図 3 (B) に示す。

尚、図1は1つの画素の上面図であり、A-A'線及びB-B'線に沿った断面図がそれぞれ図3(B)に相当する。

【0068】また、図11(A)は、この状態のゲート配線端子部501、及びソース配線端子部502の上面図をそれぞれ図示している。なお、図1～図3と対応する箇所には同じ符号を用いている。また、図11(B)は図11(A)中のE-E'線及びF-F'線に沿った断面図に相当する。図11(A)において、透明導電膜からなる503は入力端子として機能する接続用の電極である。また、図11(B)において、504は絶縁膜(104bから延在する)、505は第1の非晶質半導体膜(114から延在する)、506はn型を付与する不純物元素を含む第2の非晶質半導体膜(115から延在する)である。

【0069】こうして3枚のフォトマスクを使用して、3回のフォトリソグラフィ工程により、逆スタガ型のnチャネル型TFT201を有する画素TFT、保持容量202を完成させることができる。これらを個々の画素に対応してマトリクス状に配置して画素部を構成することによりアクティブマトリクス型の電気光学装置を作製するための一方の基板とすることができる。本明細書では便宜上このような基板をアクティブマトリクス基板と呼ぶ。

【0070】次に、アクティブマトリクス基板の画素部のみに配向膜121を選択的に形成する。配向膜121を選択的に形成する方法としては、スクリーン印刷法を用いてもよいし、配向膜を塗布後、シャドーマスクを用いてレジストマスクを形成して除去する方法を用いてもよい。通常、液晶表示素子の配向膜にはポリイミド樹脂が多く用いられている。そして、配向膜121にラビング処理を施して液晶分子がある一定のプレチルト角を持って配向するようにする。

【0071】次いで、アクティブマトリクス基板と、対向電極122と配向膜123とが設けられた対向基板124とをスペーサで基板間隔を保持しながらシール剤により貼り合わせた後、アクティブマトリクス基板と対向基板の間に液晶材料125を注入する。液晶材料125は公知のものを適用すれば良く代表的にはTN液晶を用いる。液晶材料を注入した後、注入口は樹脂材料で封止する(図3(C))。

【0072】端子部には、実施形態2で示すように駆動回路が形成されたスティックドライバを取り付ける。スティックドライバは走査線側とソース線側で異なる駆動回路が用いられる。こうして、画素領域を3枚のフォトマスクで作製したアクティブマトリクス型液晶表示装置を完成させることができる。

【0073】[実施例2]本実施例では、実施例1で作製した画素TFT上に保護膜を形成した例を図12に示す。なお、本実施例は、実施例1の図3(B)の状態ま

で同一であるので異なる点について以下に説明する。また、図3(B)に対応する箇所は同一の符号を用いている。

【0074】まず、実施例1に従って図3(B)の状態を得た後、薄い無機絶縁膜を全面に形成する。この薄い無機絶縁膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化タンタル膜などの無機絶縁膜を用い、これらの材料から成る単層または積層構造として形成しても良い。

【0075】次いで、第4のフォトマスクを用い、フォトリソグラフィ工程を行い、レジストマスクを形成し、エッチングにより不要な部分を除去して、画素TFT部においては絶縁膜402、端子部においては無機絶縁膜401をそれぞれ形成する。この無機絶縁膜401、402は、パッシベーション膜として機能する。また、端子部においては、第4のフォトリソグラフィ工程により薄い無機絶縁膜401を除去して、端子部の端子101上に形成された透明導電膜からなる第2の導電膜を露呈させる。

【0076】こうして本実施例では、4枚のフォトマスクを使用して、4回のフォトリソグラフィ工程により、無機絶縁膜で保護された逆スタガ型のnチャネル型TFT、保持容量を完成させることができる。そして、これらを個々の画素に対応してマトリクス状に配置し、画素部を構成することによりアクティブマトリクス型の電気光学装置を作製するための一方の基板とすることができる。なお、本実施例は、実施例1の構成と組み合わせることが可能である。

【0077】[実施例3]実施例1では、絶縁膜、第1の非晶質半導体膜、一導電型の第2の非晶質半導体膜及び第1の導電膜をスパッタ法で形成する例を中心として示したが、本実施例ではプラズマCVD法を用いる例を示す。具体的には、絶縁膜、第1の非晶質半導体膜、及び一導電型の第2の半導体膜をプラズマCVD法で形成する。

【0078】本実施例においては絶縁膜として酸化窒化シリコン膜を用い、プラズマCVD法により150nmの厚さで形成する。この時、プラズマCVD装置において、電源周波数を13～70MHz、好ましくは27～60MHzで行う。特に、電源周波数27～60MHzを使うことにより緻密な絶縁膜を形成することができ、ゲート絶縁膜としての耐圧を高めることができる。また、SiH₄とNH₃にN₂Oを添加させて作製された酸化窒化シリコン膜は、膜の内部応力が緩和されるので、この用途に対して好ましい材料となる。勿論、ゲート絶縁膜はこのような酸化窒化シリコン膜に限定されるものでなく、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化タンタル膜などの他の絶縁膜を用い、これらの材料から成る単層または積層構造として形成しても良い。も良い。その一例を示せば、下層を窒化シリコン膜とし、上層を酸化

シリコン膜とする積層構造はゲート絶縁膜として好ましい形態である。

【0079】酸化シリコン膜を用いる場合には、プラズマCVD法で、オルトケイ酸テトラエチル (Tetraethyl Orthosilicate: TEOS) と O_2 とを混合し、反応圧力 40Pa、基板温度 250~350℃とし、高周波 (13.56MHz) 電力密度 0.5~0.8W/cm² で放電させて形成することができる。このようにして作製された酸化シリコン膜は、その後 300~400℃の熱アニールによりゲート絶縁膜として良好な特性を得ることができる。

【0080】第1の半導体膜として、代表的には、プラズマCVD法で水素化非晶質シリコン (a-Si:H) 膜を 100nm の厚さに形成する。この時、プラズマCVD装置において、電源周波数 13~70MHz、好ましくは 27~60MHz で行えばよい。電源周波数 27~60MHz を使うことにより成膜速度を向上することが可能となり、成膜された膜は、欠陥密度の少ない a-Si 膜となるため好ましい。その他、この第1の非晶質半導体膜には、非晶質シリコンゲルマニウム膜などの非晶質構造を有する化合物半導体膜を適用することも可能である。非晶質半導体膜のプラズマCVD法による成膜において、100~100kHz のパルス変調放電を行えば、プラズマCVD法の気相反応によるパーティクルの発生を防ぐことができ、成膜においてピンホールの発生を防ぐことができるため好ましい。

【0081】また、本実施例では、一導電型の不純物元素を含有する半導体膜として、一導電型の第2の非晶質半導体膜を 20~80nm の厚さで形成する。例えば、n型の不純物元素を含有する a-Si:H 膜を形成すれば良く、そのためにシラン (SiH_4) に対して 0.1~5% の濃度でフォスフィン (PH_3) を添加する。或いは、n型を付与する不純物元素を含む第2の非晶質半導体膜 106 に代えて水素化微結晶シリコン膜 ($\mu c-Si:H$) を用いても良い。

【0082】これらの膜は、反応ガスを適宜切り替えることにより、連続的に形成することができる。また、プラズマCVD装置において、同一の反応室または複数の反応室を用い、これらの膜を大気に晒すことなく連続して積層させることもできる。このように、大気に曝さな

い連続成膜することで特に、第1の半導体膜への不純物の混入を防止することができる。

【0083】[実施例4] 図2において示すように、絶縁膜、第1の非晶質半導体膜、一導電型の第2の非晶質半導体膜、第1の導電膜を順次、連続的に積層する工程では、スパッタ装置やプラズマCVD装置の一つの形態として、複数の反応室を備えたマルチチャンバー型の装置が適用できる。

【0084】図13はマルチチャンバー型の装置 (連続成膜システム) の上面からみた概要を示す。装置の構成

は、ロード・アンロード室 10、15、皮膜を形成するチャンバー 11~14 が備えられ、各チャンバーは共通室 20 に連結されている。ロード・アンロード室、共通室及び各チャンバーには、真空排気ポンプ、ガス導入系が配置されている。

【0085】ロード・アンロード室 10、15 は、処理基板 30 をチャンバーに搬入するためのロードロック室である。第1のチャンバー 11 は絶縁膜 104 を成膜するための反応室である。第2のチャンバー 12 は第1の非晶質半導体膜 105 を成膜するための反応室である。第3のチャンバー 13 は一導電型の非晶質半導体膜 106 を成膜するための反応室である。第4のチャンバー 14 は第1の導電膜 107 を成膜するための反応室である。

【0086】このようなマルチチャンバー型の装置の動作の一例を示す。最初、全てのチャンバーは、一度高真空状態に真空引きされた後、窒素またはアルゴンなどのガスを流し、チャンバー内を 0.01~5Pa 程度の圧力に保持することにより、排気口からの逆拡散やチャンバー内壁からの脱ガスによる汚染を防いでいる。

【0087】処理基板は多数枚が収納されたカセット 28 ごとロード・アンロード室 10 にセットされる。処理基板はゲート弁 22 を開けてカセットから取り出し、ロボットアーム 21 によって共通室 20 に移される。この際、共通室において位置合わせが行われる。なお、この基板 30 は実施例 1 に従って得られた配線 101、102、103 が形成されたものを用いた。

【0088】ここでゲート弁 22 を閉鎖し、次いでゲート弁 23 を開ける。そして第1のチャンバー 11 へ処理基板 30 を移送する。第1のチャンバー内では 150℃ から 300℃ の温度で成膜処理を行い、絶縁膜 104 を得る。なお、絶縁膜としては、窒化珪素膜、酸化珪素膜、窒化酸化珪素膜、またはこれらの積層膜等を使用することができる。本実施例では単層の窒化珪素膜を採用しているが、二層または三層以上の積層構造としてもよい。なお、ここではプラズマCVD法が可能なチャンバーを用いたが、ターゲットを用いたスパッタ法が可能なチャンバーを用いても良い。

【0089】絶縁膜の成膜終了後、処理基板はロボットアームによって共通室に引き出され、第2のチャンバー 12 に移送される。第2のチャンバー内では第1のチャンバーと同様に 150℃~300℃ の温度で成膜処理を行い、プラズマCVD法で第1の半導体膜 105 を得る。なお、第1の非晶質半導体膜としては、微結晶半導体膜、非晶質ゲルマニウム膜、非晶質シリコン・ゲルマニウム膜、またはこれらの積層膜等を使用することができる。また、第1の半導体膜の形成温度を 350℃~500℃ として水素濃度を低減するための熱処理を省略してもよい。なお、ここではプラズマCVD法が可能なチャンバーを用いたが、ターゲットを用いたスパッタ法が

可能なチャンバーを用いても良い。

【0090】第1の半導体膜の成膜終了後、処理基板は共通室に引き出され、第3のチャンバー13に移送される。第3のチャンバー内では第2のチャンバーと同様に150℃～300℃の温度で成膜処理を行い、プラズマCVD法でn型を付与する不純物元素（PまたはAs）を含む一導電型の第2の半導体膜106を得る。なお、ここではプラズマCVD法が可能なチャンバーを用いたが、ターゲットを用いたスパッタ法が可能なチャンバーを用いても良い。

【0091】一導電型の第2の半導体膜の成膜終了後、処理基板は共通室に引き出され、第4のチャンバー14に移送される。第4のチャンバー内では金属ターゲットを用いたスパッタ法で第1の導電膜107を得る。

【0092】このようにして四層が連続的に成膜された被処理基板はロボットアームによってロードロック室15に移送されカセット29に収納される。

【0093】[実施例5]実施例4では、複数のチャンバーを用いて連続的に積層する例を示したが、本実施例では図14に示す装置を用いて一つのチャンバー内で高真空を保ったまま連続的に積層する方法を採用することもできる。

【0094】本実施例では図14に示した装置システムを用いた。図14において、40は処理基板、50は共通室、44、46はロードロック室、45はチャンバー、42、43はカセットである。本実施例では基板搬送時に生じる汚染を防ぐために同一チャンバーで積層形成した。

【0095】図14で示す装置を実施例1に適用する場合には、チャンバー45に複数のターゲットを用意し、順次、反応ガスを入れ替えて絶縁膜104、第1の半導体膜105、一導電型の第2の半導体膜106、第1の導電膜107を積層形成すればよい。

【0096】また、実施例4に適用する場合には、順次、反応ガスを入れ替えて絶縁膜104、第1の非晶質半導体膜105、一導電型の第2の半導体膜106を積層形成すればよい。

【0097】[実施例6]実施例4で示すように、プラズマCVD法を用いるTFETの作製工程では、一導電型の第2の半導体膜を微結晶半導体膜で形成することができる。成膜時の基板加熱温度を80～300℃、好ましくは140～200℃とし、水素で希釈したシランガス（SiH₄：H₂=1：10～100）とフォスフィン（PH₃）との混合ガスを反応ガスとし、ガス圧を0.1～10Torr、放電電力を10～300mW/cm²とすることで微結晶シリコン膜を得ることができる。また、この微結晶珪素膜成膜後にリン（P）をプラズマドーピングして形成してもよい。一導電型の第2の半導体膜を微結晶半導体膜で形成することで、ソース及びドレイン領域の低抵抗化が図られ、TFETの特性を向上させるこ

とができる。

【0098】[実施例7]実施例1～3では透過型の液晶表示装置に対応するアクティブマトリクス基板の作製方法を示したが、本実施例では図15、16を用いて、反射型の液晶表示装置に適用する例について示す。図15は断面図、図16は上面図を示し、図16中の鎖線G—G'で切断した面での断面構造とH—H'で切断した面に対応する断面構造を図15に示している。

【0099】まず、絶縁表面を有する基板を用意する。

10 本実施例は、基板としてガラス基板、石英基板、プラスチック基板のような透光性を有する基板の他に、反射型であるため、半導体基板、ステンレス基板、セラミック基板などに絶縁膜を形成したものでもよい。

【0100】次いで、基板上に金属材料からなる導電膜を形成した後、第1のフォトリソマスクを用いてレジストパターンを形成した後、エッチング処理でゲート配線750及び凸部751形成する。この凸部は、ゲート配線とソース配線とで囲まれた領域、即ち画素電極が形成されて表示領域となる領域に配置する。なお、凸部751の形状は特に限定されず、径方向の断面が多角形であってもよいし、左右対称でない形状であってもよい。例えば、凸部751の形状は円柱状や角柱状であってもよいし、円錐状や角錐状であってもよい。また、凸部751を規則的に配置しても不規則に配置してもよい。本実施例ではゲート配線がテーパー形状であることが望ましいため、凸部751もテーパー形状を有する角錐形状となる。テーパー部の角度は5～45度、好ましくは5～25度とする。

【0101】次いで、絶縁膜（ゲート絶縁膜）752、第1の半導体膜、一導電型の第2の半導体膜及び第1の導電膜を順次積層形成する。尚、第1の半導体膜は非晶質半導体、微結晶半導体のいずれを適用してもよい。一導電型の第2の半導体膜も実施例6で示すように微結晶半導体を用いてもよい。さらに、これらの膜はスパッタ法やプラズマCVD法を用いて複数のチャンバー内または同一チャンバー内で連続的に大気に曝すことなく形成することができる。大気に曝さないようにすることで不純物の混入を防止できる。上記絶縁膜752は、凸部751が形成された基板上に形成され、表面に凸凹を有している。

【0102】次いで、第2のフォトリソマスクを用いてレジストパターンを形成した後、エッチング処理で上記第1の導電膜、第2の半導体膜、第1の半導体膜をエッチングする。こうしてソース配線608及び電極（ドレイン電極）609を形成し、第1の半導体膜605を形成する。このエッチング処理により、ソース配線、ドレイン電極、TFETを形成する半導体層が所定のパターンに形成される。

【0103】その後、全面に第2の導電膜を成膜する。なお、第2の導電膜としては、反射性を有する導電膜を

用いる。このような導電膜としてAlやAgなどを適用することが望ましいが、耐熱性が劣るため下層に対するバリアメタル層としてTi、Taなどの層を形成しておいても良い。

【0104】次いで、第3のフォトマスクを用い、レジストパターンを形成した後、エッチング処理をして、第2の導電膜からなる画素電極604を形成する。こうして、凸部601上に形成された絶縁膜の表面は凸凹を有し、この凸凹を表面に有する絶縁膜602上に画素電極604が形成されるので、画素電極604の表面に凹凸

を持たせて光散乱性を図ることができる。

【0105】また、本実施例の構成とすることで、画素TFE部の作製する際、フォトリソグラフィ技術で使用するフォトマスクの数を3枚とすることができる。従来では、凸凹部を形成する工程を増やす必要があったが、本実施例はゲート配線と同時に凸部を作製するため、全く工程を増やすことなく画素電極に凸凹部を形成することができる。

【0106】[実施例8]本実施形態では主に走査線側のスティックドライバに適したTFEの作製方法について

説明する。走査線側のスティックドライバには、シフトレジスタ回路やバッファ回路などを形成する。ここでは、シフトレジスタ回路は3~5V駆動とし、バッファ回路は3.3V駆動を前提とする。バッファ回路を構成するTFEは高耐圧が要求されるため、他の回路のTFEよりもゲート絶縁膜の膜厚を厚くする必要がある。その作製方法を図17と図18を用いて説明する。

【0107】図17(A)において、基板301にはコーニング社の#7059ガラスや#1737ガラスなどに代表されるバリウムホウケイ酸ガラスやアルミノホウケイ酸ガラスなどのガラス基板などを用いる。このようなガラス基板は加熱温度により僅かながら収縮するので、ガラス歪み点よりも500~650℃のい温度で熱処理を施したものをを用いると基板の収縮率を低減させることができる。

【0108】ブロッキング層302は基板301に微量に含まれるアルカリ金属などが半導体層に拡散するのを防ぐために設け、酸化シリコン膜や窒化シリコン膜、または酸化窒化シリコン膜などの絶縁膜で形成する。また、TFEのしきい値電圧(Vth)を安定化させるために、ブロッキング層の応力を引張り応力とすることが望ましい。応力の制御は上記絶縁膜の作製条件により制御する。その目的のために、ブロッキング層は単層に限らず、組成の異なる複数の絶縁膜を積層して形成しても良い。例えば、プラズマCVD法でSiH₄、NH₃、N₂Oから作製される酸化窒化シリコン膜を10~200nm(好ましくは50~100nm)形成し、同様にSiH₄、N₂Oから作製される酸化窒化シリコン膜を50~200nm(好ましくは100~150nm)の厚さに積層形成してブロッキング層とすることができる。

【0109】非晶質構造を有する半導体膜303は、25~100nmの膜厚で形成する。非晶質構造を有する半導体膜の代表例としては非晶質シリコン(a-Si)膜、非晶質シリコン・ゲルマニウム(a-SiGe)膜、非晶質炭化シリコン(a-SiC)膜、非晶質シリコン・スズ(a-SiSn)膜などがあり、そのいずれでも適用できる。これらの非晶質構造を有する半導体膜はプラズマCVD法やスパッタ法、或いは減圧CVD法などにより形成されるもので、膜中に水素を0.1~40atomic%程度含有するようにして形成する。好適な一例は、プラズマCVD法でSiH₄またはSiH₄とH₂から作製される非晶質シリコン膜であり、膜厚は55nmとする。尚、SiH₄の代わりにSiH₂Cl₂を使用しても良い。

【0110】そして、非晶質半導体膜の結晶化温度を低減化することのできる触媒元素を添加する。触媒元素は非晶質半導体膜中に直接注入する方法も可能であるが、スピンコート法、印刷法、スプレー法、バーコーター法、スパッタ法または真空蒸着法によって触媒元素が含有する層304を1~5nmの厚さに形成しても良い。このような触媒元素の一例は、非晶質シリコンに対してニッケル(Ni)、ゲルマニウム(Ge)、鉄(Fe)、パラジウム(Pd)、スズ(Sn)、鉛(Pb)、コバルト(Co)、白金(Pt)、銅(Cu)、金(Au)が有効であることが知られている。スピンコート法で触媒元素を含有する層304を形成するには、重量換算で1~100ppm(好ましくは10ppm)の触媒元素を含む水溶液をスピナーで基板を回転させて塗布する。

【0111】図17(B)で示す結晶化の工程では、まず400~500℃で1時間程度の熱処理を行い、非晶質シリコン膜の含有水素量を5atom%以下にする。そして、ファーネスアニール炉を用い、窒素雰囲気中において550~600℃で1~8時間の熱処理を行う。好適には、550℃で4時間の熱処理を行う。こうして結晶質半導体膜305を得ることができる。このような熱結晶化法により、非晶質シリコン膜からは結晶構造を有する結晶質シリコン膜が形成される。

【0112】しかし、この熱結晶化法によって作製された結晶質半導体膜305は、局所的に非晶質領域が残存していることがある。このような場合、ラマン分光法では480cm⁻¹にブロードなピークを持つ非晶質成分の存在を確認することができる。レーザー結晶化法はこのように残存する非晶質領域を結晶化させる目的において適した方法である。

【0113】レーザー結晶化法において用いるレーザー光源にはエキシマレーザー、YAGレーザー、YVO₄レーザー、YAlO₃レーザー、YLFレーザーなどを用いることができる。エキシマレーザーでは400nm以下の波長の光を高出力で放射させることができるので半導体膜の結晶化に好適に用いることができる。一方、Y

AGレーザー、YVO₄レーザー、YAlO₃レーザー、YLFレーザーなどの固体レーザーではその第2高調波（532nm）、第3高調波（355nm）、第4高調波（266nm）を用いる。光の侵入長により、第2高調波（532nm）を用いる場合には半導体膜の表面及び内部から、第3高調波（355nm）や第4高調波（266nm）の場合にはエキシマレーザーと同様に半導体膜の表面から加熱して結晶化を行うことができる。

【0114】図17（C）はその様子を示すものであり、例えば、Nd：YAGレーザーを用い、そのパルス発振周波数を1～10kHzとし、レーザーエネルギー密度を100～500mJ/cm²（代表的には100～400mJ/cm²）として、シリンドリカルレンズなどを含む光学系にて形成した線状レーザー光306をその長手方向に対し垂直な方向に走査して（或いは、相対的に基板を移動させて）する。線状レーザー光306の線幅は100～1000μm、例えば400μmとする。このようにして熱結晶化法とレーザー結晶化法を併用することにより、結晶性の高い結晶質半導体膜307を形成することができる。

【0115】以上のようにして形成される結晶質半導体膜307は、TFTの能動層としてチャネル形成領域をはじめ、ソース領域、ドレイン領域、LDD領域などを形成するのに適している。ニッケルなどの触媒元素を用いた熱結晶化法で作製される結晶質シリコン膜は、微視的に見れば複数の針状または棒状の結晶が集合した構造を有している。しかし、隣接する結晶粒の連続性が高く不対結合手（ダングリングボンド）が殆ど形成されないことが見込まれている。また、その結晶粒の大部分は<110>に配向している。その理由の一つとして、ニッケルなどの触媒元素を用いた場合の結晶成長過程は、触媒元素のシリサイド化物が関与しているものと考えられ、半導体膜の膜厚が25～100nmと薄いのでその初期核のうち（111）面が基板表面とほぼ垂直なものが優先的に成長するため実質的に<110>の配向性が高くなると考えられる。

【0116】その後、結晶質半導体膜307はエッチング処理により島状の半導体層308～311を形成する。図17（D）では便宜上4つの半導体層を示している。以降の説明は、半導体層308、309にはシフトレジスタ回路など低電圧で駆動する回路のTFTを、半導体層310、311にはバッファ回路など高電圧で駆動する回路のTFTをそれぞれ作製することを前提として説明する。

【0117】半導体層上に形成するゲート絶縁膜は、回路の駆動電圧を考慮して、同一基板上に形成するTFTであってもその膜厚を異ならせて形成する。そのために2段階の成膜プロセスを必要とする。最初に、ゲート絶縁膜第1層目312を40～200nm（好ましくは70～90nm）の厚さで形成する。そして、半導体層30

8、309上のゲート絶縁膜第1層目を選択的にエッチングして除去することにより図17（E）の様な状態を形成する。

【0118】続いて、図17（F）に示すようにゲート絶縁膜第2層目313を同様に形成する。その結果、ゲート絶縁膜第1層目312とゲート絶縁膜第2層目313とをそれぞれ80nmの厚さで成膜した場合には、半導体層308、309上のゲート絶縁膜の厚さは80nmとなり、半導体層310、311のゲート絶縁膜の厚さは160nmとすることができる。

【0119】ゲート絶縁膜はプラズマCVD法またはスパッタ法を用いシリコンを含む絶縁膜で形成する。プラズマCVD法でSiH₄とN₂Oの混合ガスから作製される酸化窒化シリコン膜はゲート絶縁膜として適した材料である。勿論、ゲート絶縁膜はこのような酸化窒化シリコン膜に限定されるものでなく、他のシリコンを含む絶縁膜を形成しても良い。酸化シリコン膜を適用する場合には、プラズマCVD法でTEOS（Tetraethyl Orthosilicate）とO₂とを混合し、反応圧力40Pa、基板温度300～400℃とし、高周波（13.56MHz）電力密度0.5～0.8W/cm²で放電させて形成することができる。このようにして作製される酸化シリコン膜は、その後400～500℃の熱アニールによりゲート絶縁膜として良好な特性を得ることができる。

【0120】こうして作製されたゲート絶縁膜上にゲート電極を形成するための導電膜を形成する。本実施形態で示すTFTのゲート電極はドライエッチング法で選択比が5～20（好ましくは、10～13）以上の2種類の導電性材料を積層して形成する。例えば、窒化物導電性材料から成る第1の導電膜と、400～650℃の熱処理に耐え得る耐熱性導電性材料から成る第2の導電膜とから形成する。その具体的な一例として、第1の導電膜を窒化タンタル（Ta₂N₅）、窒化チタン（TiN）、窒化タングステン（WN）から選ばれた材料で形成し、第2の導電膜をタンタル（Ta）、チタン（Ti）、タングステン（W）、モリブデン（Mo）から選ばれた一種または複数種からなる合金材料で形成する。勿論、適用可能なゲート電極材料はここで記載した材料に限定されるものではなく、上記仕様を満たす導電性材料の組み合わせであれば、他の導電性材料を選択することも可能である。尚、ここでの選択比とは、第1の導電膜に対する第2の導電膜のエッチング速度の割合をいう。

【0121】本実施形態では、図示はしないが、第1の導電膜をTa₂N₅膜で50～100nmの厚さに形成し、第2の導電膜をW膜で100～400nmの厚さに形成する。Ta₂N₅膜はスパッタ法でTaのターゲットを用い、Arと窒素の混合ガスでスパッタして形成する。W膜はWをターゲットとしたスパッタ法で形成する。その他に6フッ化タングステン（WF₆）を用いる熱CVD法で形成することもできる。いずれにしてもゲート電極とし

て使用するためには低抵抗化を図る必要がある。W膜は結晶粒を大きくすることで低抵抗率化を図ることができるが、W中に酸素などの不純物元素が多い場合には結晶化が阻害され高抵抗化する。Wのターゲットには純度99.9999%のものを用い、さらに成膜時に気相中からの不純物の混入がないように十分配慮してW膜を形成することにより、抵抗率9~20 $\mu\Omega\text{cm}$ を実現することができる。

【0122】ゲート電極は2段階のエッチング処理により形成する。図18(A)に示すようにレジストによるマスク314を形成し、第1のエッチング処理を行う。エッチング方法に限定はないが、好適にはICP(Inductively Coupled Plasma:誘導結合型プラズマ)エッチング装置を用い、エッチング用ガスに CF_4 と Cl_2 を用い、0.5~2Pa、好ましくは1Paの圧力でコイル型の電極に500WのRF(13.56MHz)電力を投入してプラズマを生成して行う。基板側(試料ステージ)にも100WのRF(13.56MHz)電力を投入し、実質的に負の自己バイアス電圧を印加する。 CF_4 と Cl_2 を混合した場合にはW膜及びTa膜とも同程度の速度でエッチングす

ることができる。

【0123】第1のエッチング処理では、第1の導電膜及び第2の導電膜の端部がテーパ形状となるように加工する。テーパ部の角度は15~45°とする。しかし、ゲート絶縁膜上に残渣を残すことなくエッチングするためには、10~20%程度の割合でエッチング時間を増加させるオーバーエッチング処理をすると良い。W膜に対する酸化窒化シリコン膜の選択比は2~4(代表的には3)であるので、オーバーエッチング処理により、酸化窒化シリコン膜が露出した面は20~50nm程度エッチングされる。こうして、第1のエッチング処理により第1の導電膜と第2の導電膜から成る第1の形状の導電層315~318(第1の導電層315a~318aと第2の導電層315b~318b)を形成する。

【0124】次に図18(B)に示すように第2のエッチング処理を行う。ICPエッチング装置を用い、エッチングガスに CF_4 と Cl_2 と O_2 を混合して、1Paの圧力でコイル型の電極に500WのRF電力(13.56MHz)を供給してプラズマを生成する。基板側(試料ステージ)には50WのRF(13.56MHz)電力を投入し、第1のエッチング処理に比べ低い自己バイアス電圧となるようにする。このような条件によりW膜を異方性エッチングし、かつ、それより遅いエッチング速度でTa膜を異方性エッチングして第2の形状の導電膜319~322

(第1の導電層319a~322aと第2の導電層319b~322b)を形成する。ゲート絶縁膜は図では詳細に示さないが、第2の形状の導電層315~318で覆われない領域は20~50nm程度エッチングされ薄くなる。

【0125】そして、図18(C)で示すように、濃度

の異なる2種類の不純物領域を形成する。この不純物領域はいずれもn型であり、リン(P)、砒素(As)などのn型を付与する不純物元素をイオンドープ法やイオン注入法で添加する。第1のドーピング処理は、第2の導電層319b~322bをマスクとして自己整合的に第1の不純物領域323~326を形成する。概念的には高加速電圧低ドーズ量の条件を選択し、第1の不純物領域323~326には、添加されるn型を付与する不純物元素の濃度は、 $1 \times 10^{16} \sim 1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ の濃度となるようにする。例えば、イオンドープ法でフォスフィン(PH_3)を用い、加速電圧を70~120keVとし、 $1 \times 10^{13} / \text{cm}^2$ のドーズ量で行う。

【0126】次いで行う第2のドーピング処理は、低加速高ドーズ量の条件を選択し、不純物領域327~330の形成を行う。第2の不純物領域327~330の不純物濃度は $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ の範囲となるようにする。その為に、イオンドープ法における条件の一例は、ドーズ量を $1 \times 10^{13} \sim 5 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^2$ とし、加速電圧を30~70keVとして行う。こうして半導体層に形成される第1の不純物領域323~326は第1の導電層319a~322aと重なるように形成され、第2の不純物領域327~330は、第2の形状の導電層315~318の外側に形成される。

【0127】そして図18(D)に示すように、pチャネル型TFTを形成する半導体層308、310にp型を付与する不純物元素が添加された第3の不純物領域332~335を形成する。このとき、nチャネル型TFTを形成する島状半導体層309、311はレジストのマスク331で全面を被覆しておく。不純物領域332~335にはそれぞれ異なる濃度でリン(P)が添加されているが、ジボラン(B_2H_6)を用いたイオンドープ法でp型を付与する不純物元素を添加して、ずれの領域においてもp型を付与する不純物濃度が $2 \times 10^{18} \sim 2 \times 10^{21} \text{ atoms/cm}^3$ となるように形成する。

【0128】以上までの工程でそれぞれの半導体層に不純物領域が形成される。第2の導電層319~322がゲート電極として機能する。そして、図18(E)で示す第1の層間絶縁膜336を形成する。第1の層間絶縁膜336は酸化窒化シリコン膜で100~200nmの厚さで形成する。その後、導電型の制御を目的としてそれぞれの半導体層に添加された不純物元素を活性化処理を行う。この工程はファーネスアニール炉を用いる熱アニール法、レーザーアニール法、またはラピッドサーマルアニール法(RTA法)を適用することができる。熱アニール法では酸素濃度が1ppm以下、好ましくは0.1ppm以下の窒素雰囲気中で400~700℃、代表的には500~600℃で行う。

【0129】レーザーアニール法では波長400nm以下のエキシマレーザー光やYAGレーザー、YVO₄レーザーの第2高調波(532nm)を用いる。活性化の条件

は実施者が適宜選択するものであるが、エキシマレーザーを用いる場合はパルス発振周波数 30 Hz とし、レーザーエネルギー密度を 100 ~ 300 mJ/cm² とする。また、YAG レーザーを用いる場合にはその第 2 高調波を用いパルス発振周波数 1 ~ 10 kHz とし、レーザーエネルギー密度を 200 ~ 400 mJ/cm² とすると良い。そして幅 100 ~ 1000 μm、例えば 400 μm で線状に集光したレーザー光を基板全面に渡って照射し、この時の線状レーザー光の重ね合わせ率（オーバーラップ率）を 80 ~ 98 % として行う。

【0130】さらに、3 ~ 100 % の水素を含む雰囲気中で、300 ~ 450 °C で 1 ~ 12 時間の熱処理を行い、半導体層を水素化する工程を行う。この工程は熱的に励起された水素により半導体層のダングリングボンドを終端する工程である。水素化の他の手段として、プラズマ水素化（プラズマにより励起された水素を用いる）を行っても良い。

【0131】第 2 の層間絶縁膜 337 は、酸化シリコンや酸化窒化シリコンなどの無機絶縁物材料、または有機絶縁物材料を用い 1.0 ~ 2.0 μm の平均膜厚で形成する。有機絶縁物材料としては、ポリイミド、アクリル、ポリアミド、ポリイミドアミド、BCB（ベンゾシクロブテン）等を使用することができる。例えば、基板に塗布後、熱重合するタイプのポリイミドを用いる場合には、クリーンオープンで 300 °C で焼成して形成する。また、アクリルを用いる場合には、2 液性のものを用い、主材と硬化剤を混合した後、スピナーを用いて基板全面に塗布した後、ホットプレートで 80 °C で 60 秒の予備加熱を行い、さらにクリーンオープンを用い、250 °C で 60 分焼成して形成する。

【0132】そして、半導体層に形成した第 2 の不純物領域または第 3 の不純物領域とコンタクトをする配線 338 ~ 345 を形成する。この配線は 50 ~ 200 nm の Ti 膜 768 a、100 ~ 300 nm の Al 膜 768 b、50 ~ 200 nm の Sn (S n) 膜または Ti 膜で形成する。このような構成で形成された配線 338 ~ 345 は、最初に形成する Ti 膜が半導体層と接触をし、コンタクト部分の耐熱性を高めている。

【0133】以上の様にして、p チャネル型 TFT 346、348、n チャネル型 TFT 347、349 を有する駆動回路が形成することができる。p チャネル型 TFT 348 と n チャネル型 TFT 349 のゲート絶縁膜は、p チャネル型 TFT 346 と n チャネル型 TFT 347 のゲート絶縁膜よりも厚く形成され、耐圧を高める構造となっている。

【0134】p チャネル型 TFT 346 にはチャネル形成領域 350、ゲート電極である第 2 の導電層 319 と重なる第 3 の不純物領域 351、ゲート電極の外側に形成される第 3 の不純物領域 352 を有している。また、p チャネル型 TFT 348 にはチャネル形成領域 35

6、ゲート電極である第 2 の導電層 321 と重なる第 3 の不純物領域 357、ゲート電極の外側に形成される第 3 の不純物領域 358 を有している。p チャネル型 TFT はシングルドレインの構造であり、第 3 の不純物領域は、ソースまたはドレインとして機能するものである。

【0135】n チャネル型 TFT 347 はチャネル形成領域 353、ゲート電極である第 2 の導電層 320 と重なる第 1 の不純物領域 354、ゲート電極の外側に形成される第 2 の不純物領域 355 が形成されている。また、n チャネル型 TFT 349 はチャネル形成領域 359、ゲート電極である第 2 の導電層 322 と重なる第 1 の不純物領域 360、ゲート電極の外側に形成される第 2 の不純物領域 361 が形成されている。第 1 の不純物領域 354、360 は LDD (Lightly Doped Drain) 領域であり、第 2 の不純物領域 355、361 はソース領域またはドレイン領域として機能する領域である。特に、第 1 の不純物領域はゲート電極とオーバーラップして形成される GOLD (Gate Overlapped Drain) 構造であるため、ホットキャリア効果による TFT の劣化を防止することができ、10 V 以上の高い電圧を印加しても、きわめて安定した動作を得ることができる。

【0136】いずれにしても、これらの TFT はチャネル長 1 ~ 5 μm、好ましくは 1.5 ~ 2.5 μm で形成すれば良い。従って、適用すべきデザインルールもライン・アンド・スペース（線幅と隣接する線との間隔）で 1 ~ 1.5 μm、コンタクトホールで 2 μm 程度を採用すれば良い。

【0137】本実施形態で作製される TFT は走査線側のスティックドライバを形成するのに適している。特に、30 V 系の高電圧が印加されるバッファ回路などには、図 18 (E) で示す p チャネル型 TFT 348、n チャネル型 TFT 349 を適用して形成する。また、シフトレジスタ回路などには p チャネル型 TFT 346、n チャネル型 TFT 347 を適用して形成すると良い。ここでは、n チャネル型 TFT と p チャネル型 TFT を形成する工程を示したが、同工程により容量素子や抵抗素子を形成することは容易に想定できるものであり省略されている。また、回路形成に必要な TFT のサイズ（チャネル長／チャネル幅）やそのレイアウトは実施者が適宜考慮すれば良いものである。

【0138】[実施例 9] ソース線側に設けるスティックドライバの TFT に要求される耐圧は 12 V 程度であるが、動作周波数は 3 V にて 50 MHz 以上（例えば 65 MHz）が要求される。本実施形態ではそのために適した TFT の作製方法を説明する。

【0139】TFT のチャネル形成領域を形成する結晶質半導体膜には、高い電界効果移動度と低いサブスレッショルド係数（S 値）実現可能な品質が要求される。即ち、捕獲中心や再結合中心となる欠陥準位や、粒界ポテンシャルが低いといった性質を有する結晶質半導体膜が求

められる。図19はそのような結晶質半導体膜を作製する方法の一例を示す。

【0140】図19(A)において基板401として適用し得るものは、600℃(好適には950℃)の熱処理に耐え、絶縁表面を有する基板であれば良い。品質、表面仕上げの精度から言えば石英基板が適している。そのような基板401に密接して形成する非晶質構造を有する半導体膜402は、プラズマCVD法や減圧CVD法で25~100nmの厚さで形成する。非晶質構造を有する半導体膜の代表例としては非晶質シリコン(a-Si)膜、非晶質シリコン・ゲルマニウム(a-SiGe)膜、非晶質炭化シリコン(a-SiC)膜、非晶質シリコン・スズ(a-SiSn)膜などがあり、そのいずれでも適用できる。そして、非晶質半導体膜の結晶化温度を低温化することのできる触媒元素を含有する層を形成する。図19(A)では非晶質構造を有する半導体膜402上に形成しているが、基板側に形成されていても構わない。ここで適用可能な触媒元素は実施形態2と同じであり、同様な方法で形成する。

【0141】そして、窒素またはアルゴンなどの雰囲気中で500~600℃で1~12時間の熱処理を行い非晶質構造を有する半導体膜の結晶化を行う。この温度の結晶化に先立っては、400~500℃で1時間程度の熱処理を行い、膜中の含有水素を放出させておくことも必要である。代表的な条件として、450℃で1時間の脱水素処理をした後、続いて570℃で8時間の熱処理を行う。このような熱結晶化法により、非晶質シリコン膜からは結晶構造を有する結晶質半導体膜404が形成される(図19(B))。

【0142】しかし、結晶質半導体膜404に残存する触媒元素の濃度はおよそ $5 \times 10^{16} \sim 2 \times 10^{18}$ atoms/cm²である。触媒元素は半導体膜の結晶化には有効であるが、その後TFTを形成するための機能材料として使用する目的においては不要な存在となる。結晶質半導体膜中に残存する触媒元素は不純物として欠陥準位などを形成し、捕獲中心や再結合中心を形成したり、半導体接合の不良をもたらす。図19(B)は触媒元素を除去するためのゲッタリング処理を説明するものであり、結晶質半導体膜中の触媒元素の濃度を 1×10^{17} atoms/cm³以下、好ましくは 1×10^{16} atoms/cm³にまで低減することを目的としている。

【0143】まず、結晶質半導体膜404の表面に酸化シリコン膜などでマスク用絶縁膜405を150nmの厚さに形成する。そして、能動層を形成する領域の外側に開口部406を設け、結晶質半導体膜の表面が露出した領域を形成する。そして、イオンドープ法やイオン注入法でリン(P)を添加して、結晶質半導体膜に選択的にリン(P)添加領域407を形成する。この状態で、窒素雰囲気中で550~800℃、5~24時間、例えば600℃、12時間の熱処理を行うと、リン(P)添

加領域407がゲッタリングサイトとして働き、結晶質半導体膜404に残存していた触媒元素をリン(P)添加領域407に偏析させることができる。

【0144】その後、マスク用絶縁膜405と、リン(P)添加領域407とをエッチングして除去することにより、触媒元素の濃度が 1×10^{17} atoms/cm³以下にまで低減された結晶質半導体膜408を得ることができる(図19(C))。

【0145】また、図20は結晶質半導体膜を形成する方法の他の一例を示す。図20(A)において基板410、非晶質構造を有する半導体膜411は図19(A)の説明と同様なものを用いる。非晶質構造を有する半導体膜411上にはマスク用絶縁膜412を形成し、選択的に開口部414を形成する。その後、重量換算で1~100ppmの触媒元素を含む溶液を塗布して、触媒元素含有層413を形成する。触媒元素含有層413は開口部414のみで非晶質構造を有する半導体膜411と接触する構造が形成される。

【0146】次に、500~650℃で1~24時間、例えば600℃、12時間の熱処理を行い、結晶質半導体膜を形成する。この結晶化の過程では、触媒元素が接した半導体膜415から結晶化が進行し、基板410の表面と平行な方向(横方向)へ結晶化が進行する。こうして形成された結晶質半導体膜は棒状または針状の結晶が集合して成り、その各々の結晶は巨視的に見ればある特定の方向性をもって成長しているため、結晶性が揃っているという利点がある。

【0147】結晶質半導体膜が形成された後、図19(B)と同様に触媒元素を結晶質半導体膜から除去するゲッタリング処理を行う。先に形成された開口部414からリン(P)を添加して、結晶質半導体膜にリン(P)添加領域416を形成する。この状態で、窒素雰囲気中で550~800℃、5~24時間、例えば600℃、12時間の熱処理を行い、結晶質半導体膜に残存する触媒元素をリン(P)添加領域416に偏析させる(図20(C))。

【0148】その後、マスク用絶縁膜412と、リン(P)添加領域416とをエッチングして除去することにより、触媒元素の濃度が 1×10^{17} atoms/cm³以下にまで低減された結晶質半導体膜417を得ることができる(図20(D))。

【0149】図19(C)で示す結晶質半導体膜408及び図20(D)で示す結晶質半導体膜417は、いずれもTFTの能動層を形成する用途において適したものである。図21(A)ではこのような結晶質半導体膜から島状に分離形成した半導体膜420~423を形成する。図21(A)では便宜上4つの半導体層を示している。以降の説明は、半導体層420、421にはシフトレジスタ回路など低電圧で駆動する回路のTFTを、半導体層422、423にはラッチ回路など高周波数で駆

動する T F T をそれぞれ作製することを前提として説明する。後者は高速駆動を可能とするために、ゲート絶縁膜の厚さが薄く形成する。そのために 2 段階の成膜プロセスを行う。

【0150】半導体層上に形成するゲート絶縁膜は、回路の駆動電圧を考慮して、同一基板上に形成する T F T であってもその膜厚を異ならせて形成する。そのために 2 段階の成膜プロセスを必要とする。最初に 20 ~ 50 nm、例えば 40 nm の厚さで酸化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜などの絶縁膜を形成する。このような絶縁膜はプラズマ C V D 法や熱 C V D 法で形成する。熱 C V D 法における作製条件の一例は、S i H₄ と N₂ O を用い、800℃、40 Pa であり、ガスの混合比を適当なものとするにより緻密な膜を形成することができる。その後、半導体層 422、423 上に形成された絶縁膜をフッ酸などでエッチングして除去して第 1 の絶縁膜 424 を形成する。さらに、表面を清浄に洗浄し、800 ~ 1000℃（好ましくは 950℃）でハロゲン（代表的には塩素）を含む雰囲気中で酸化膜の形成を行う。酸化膜は半導体層 422、423 において 30 ~ 50 nm（例えば 40 nm）の厚さとなるように形成する。その結果、半導体層 420、421 では 80 nm の厚さの絶縁膜が形成される。ハロゲン雰囲気での酸化膜形成により、微量の金属不純物などが除去され、半導体膜との界面単位密度が低減された良好な絶縁膜を形成することができる。こうして、半導体層 420、421 と半導体層 422、423 との間で厚さの異なる第 2 の絶縁膜 425 が形成され、この絶縁膜をゲート絶縁膜として利用する（図 21（B））。

【0151】さらに、図 21（B）では第 2 の絶縁膜 425 上にゲート電極を形成するための第 1 の導電膜 426 と第 2 の導電膜 427 とを形成する。これらの導電膜は実施形態 1 と同様にして作製するものであり、第 1 の導電膜 426 を T a N 膜で 50 ~ 100 nm の厚さに形成し、第 2 の導電膜 427 を W 膜で 100 ~ 300 nm の厚さに形成する。

【0152】以降の行程は実施形態 2 と同様にして行い、n チャネル型 T F T と p チャネル型 T F T を形成する。ゲート電極の形成は 2 段階のエッチング処理により行う。図 21（C）はレジストマスク 428 を形成し、テーパーエッチング処理を行う第 1 のエッチング処理により第 1 の形状の導電層 429 ~ 432（第 1 の導電層 429 a ~ 432 a と第 2 の導電層 429 b ~ 432 b）が形成された状態を示している。また、図 21

（D）は異方性エッチングによる第 2 のエッチング処理により第 2 の形状の導電層 433 ~ 436（第 1 の導電層 433 a ~ 436 a と第 2 の導電層 433 b ~ 436 b）が形成された状態を示している。

【0153】n チャネル型 T F T および p チャネル型 T F T の不純物領域の形成は、第 2 の形状の導電層を利用

して自己整合的に形成する。n チャネル型 T F T には濃度の異なる 2 種類の不純物領域を形成する。図 21

（E）は第 1 のドーピング処理（高加速電圧低ドーズ量の条件）で形成される第 1 の不純物領域 437 ~ 440 と、第 2 のドーピング処理（低加速電圧高ドーズ量）の条件で形成される第 2 の不純物領域 441 ~ 442 を示している。p チャネル型 T F T の不純物領域は、図 21（F）で示す様に、レジストのマスク 445 を n チャネル型 T F T が形成される領域を保護するように形成し、第 3 のドーピング処理により p 型を付与する不純物元素が添加された領域 446 ~ 449 を形成する。

【0154】これらの不純物領域を形成した後、第 1 の層間絶縁膜 450 を形成し、400 ~ 700℃の熱処理を施して不純物元素の活性化を行う。さらに、3 ~ 100% の水素を含む雰囲気中で 300 ~ 450℃で 1 ~ 12 時間の熱処理を行い、半導体層を水素化して欠陥単位密度を低減する処理を行う。第 2 の層間絶縁膜 451 は、酸化シリコンや酸化窒化シリコンなどの無機絶縁物材料、または有機絶縁物材料を用い 1.0 ~ 2.0 μm の平均膜厚で形成する。配線 452 ~ 459 は A l、T i などで形成する。

【0155】以上の様にして、p チャネル型 T F T 460、462、n チャネル型 T F T 461、463 を有する駆動回路が形成することができる。p チャネル型 T F T 462 と n チャネル型 T F T 463 のゲート絶縁膜は、p チャネル型 T F T 460 と n チャネル型 T F T 461 のゲート絶縁膜よりも薄く形成され、低電圧で高速に駆動する構造となっている。前者の T F T は 3 ~ 5 V の低電圧で駆動するラッチ回路などを形成し、後者の T F T は 5 ~ 12 V で駆動するシフトレジスタ回路などを形成するのに適している。

【0156】これらの T F T のチャネル長は低電圧部で 0.3 ~ 1 μm（好ましくは 0.6 μm）、中電圧部で 0.6 ~ 1.5 μm（好ましくは 0.9 μm）で形成する。従って、適用すべきデザインルールもライン・アンド・スペース（線幅と隣接する線との間隔）で 0.3 ~ 1.5 μm、コンタクトホールで 0.9 μm 程度の精度が要求される。

【0157】本実施形態で作製される T F T はソース線側のスティックドライバを形成するのに適している。特に、3 V で数十 MHz の周波数で駆動するラッチ回路などは、図 21（E）で示す p チャネル型 T F T 462 と n チャネル型 T F T 463 を用いて形成する。また、シフトレジスタ回路などには p チャネル型 T F T 460、n チャネル型 T F T 461 を適用して形成すると良い。ここでは、n チャネル型 T F T と p チャネル型 T F T を形成する工程を示したが、同工程により容量素子や抵抗素子を形成することは容易に想定できるものであり省略されている。また、回路形成に必要な T F T のサイズ（チャネル長 / チャネル幅）やそのレイアウトは実施者が適

宣考慮すれば良いものである。

【0158】[実施例10]ソース線側に設けるスティックドライバに適したTFTの作製方法について他の一例を示す。TFTの能動層を形成するための結晶質半導体膜を形成する工程は実施形態3と同じである。図22(A)において、基板901として適用し得るものは、600℃(好適には950℃)の熱処理に耐え、絶縁表面を有する石英基板が望ましい。そのような基板401に密接して形成する非晶質構造を有する半導体膜902は、プラズマCVD法や減圧CVD法で40~100nm、一例として70nmの厚さで形成する。石英基板上に良質な結晶質半導体膜を形成するには、スタート膜として形成する非晶質半導体膜の膜厚をある程度厚くしておく必要がある。膜厚が30nm以下であると、下地の基板との間で格子不整合などの影響で結晶化が十分成し遂げることができない懸念がある。非晶質構造を有する半導体膜は実施形態2または3で示す材料と同じであり、代表的には非晶質シリコンを用いる。そして、非晶質半導体膜の結晶化温度を低温化することのできる触媒元素を含有する層903を形成する。

【0159】結晶化は450℃で1時間の熱処理で脱水素処理を行い、続いて600℃で12時間の熱処理を行う。図22(B)で示すように、こうして得られる結晶質半導体膜904上にはマスク用絶縁膜905を形成し、その開口部906からリン(P)を添加して、リン(P)添加領域907を形成する。触媒元素を除去するためのゲッタリング処理は、窒素雰囲気中で550~800℃、5~24時間、例えば600℃で12時間の熱処理を行い、結晶質半導体膜904に残存していた触媒元素をリン(P)添加領域907に偏析させる。その後、マスク用絶縁膜905と、リン(P)添加領域907とをエッチングして除去することにより、触媒元素の濃度が 1×10^{11} atoms/cm³以下にまで低減された結晶質半導体膜908を得る。結晶化により、非晶質半導体膜は緻密化するのでその体積は1~10%程度収縮し、膜厚は僅かであるが減少する。

【0160】図22(C)は、こうして形成された結晶質半導体膜を熱処理により酸化する工程を示している。熱酸化は800~1000℃(好ましくは950℃)でハロゲン(代表的には塩素)を含む雰囲気中で酸化膜の形成を行う。この処理により結晶質半導体膜908は酸化膜909の形成で薄くなり、当初の厚さよりも減少する。例えば、酸化膜を60nmの厚さに形成することにより半導体膜はおよそ30nm減少し、40nmの結晶質半導体膜を残すことができる(図22(C))。

【0161】こうして形成された結晶質半導体膜908をエッチング処理してから島状に分離形成した半導体膜911~914を形成する。半導体膜上に形成するゲート絶縁膜は、回路の駆動電圧を考慮して、同一基板上に形成するTFTであってもその膜厚を異ならせて形成す

る。図22(D)と(E)はその工程を示し、最初に20~50nm、例えば40nmの厚さで酸化シリコン膜または酸化窒化シリコン膜などの絶縁膜を形成する。これらの絶縁膜はプラズマCVD法や熱CVD法で形成する。熱CVD法における作製条件の一例は、SiH₄とN₂Oを用い、800℃、40Paであり、ガスの混合比を適当なものとするにより緻密な膜を形成することができる。その後、半導体層913、914上に形成された絶縁膜はフッ酸などでエッチングして除去して第1の絶縁膜915を形成する。さらに、表面を清浄に洗浄し、800~1000℃(好ましくは950℃)でハロゲン(代表的には塩素)を含む雰囲気中で酸化膜の形成を行う。酸化膜は半導体層913、914において30~50nm(例えば40nm)の厚さとなるように形成する。一方、半導体層911、912では80nmの厚さの絶縁膜が形成される。ハロゲン雰囲気での酸化膜形成により、微量の金属不純物などが除去され、半導体膜との界面単位密度が低減された良好な絶縁膜を形成することができる。こうして、半導体層911、912と半導体層913、914との間で厚さの異なる第2の絶縁膜916が形成され、この絶縁膜をゲート絶縁膜として利用する。

【0162】ゲート絶縁膜上に形成するゲート電極は、ゲート絶縁膜が薄く形成されているので注意を要する。勿論、スパッタ法や蒸着法で形成する金属導電膜材料を用いることも可能であるが、より好ましくはゲート絶縁膜に接する第1層目は減圧CVD法で作製するリン(P)ドーパされた多結晶シリコン膜であることが望ましい。

リン(P)ドーパ多結晶シリコン膜は、SiH₄とPH₃と希釈ガスとしてHe、H₂を用い450~500℃に加熱して100~200nm、好ましくは150nmの厚さで形成する。さらにその上層にはゲート電極の抵抗値を下げるために、シリサイド金属などを形成する。タングステンシリサイド(WSix)、チタンシリサイド(Ti)など適用し得るシリサイド金属に限定はなく、スパッタ法などで100~200nm、好ましくは150nmの厚さに形成する。

【0163】このように第1の導電層、第2の導電層として2層に分けて形成された状態から、図22(F)に示すようにゲート電極917~920(第1の導電層917a~920aと第2の導電層917b~920b)を形成する。

【0164】次に、nチャネル型TFTのLDD領域を形成するための第1のドーピング処理を行う。ドーピングは、代表的な方法としてフォスフィン(PH₃)を用いたイオンドーピング法で行い、ゲート電極をマスクとして利用して自己整合的に第1の不純物領域921~924を形成する。この領域のリン(P)濃度は 2×10^{16} ~ 5×10^{18} atoms/cm³の範囲とする(図23(A))。

【0165】さらに、第2のドーピング処理を行い、n型不純物が添加される第2の不純物領域927、928

の形成を行う。この不純物領域はnチャネル型TFTのソース領域およびドレイン領域を形成するものであり、ゲート電極の外側の領域に形成するためにレジストマスク926を形成する。また、pチャネル型TFTを形成する半導体層にリン(P)が添加されないようにレジストマスク925を形成しておく。n型を付与する不純物元素にはリン(P)を用い、その濃度が $1 \times 10^{20} \sim 1 \times 10^{21}$ atoms/cm²の濃度範囲となるようにフォスフィン(PH₃)を用いたイオンドープ法で行う(図23(B))。

【0166】そして図23(C)に示すように、pチャネル型TFTを形成する半導体層にソース領域およびドレイン領域を形成する第3の不純物領域930、931を形成する。ゲート電極612をマスクとしてジボラン(B₂H₆)を用いたイオンドープ法で行い、自己整合的に第3の不純物領域を形成する。このときnチャネル型TFTを形成する半導体層はレジストマスク929で全面を被覆しておく。この領域のボロン(B)濃度は $3 \times 10^{20} \sim 3 \times 10^{21}$ atoms/cm²となるようにする。

【0167】これらの不純物領域を形成した後、窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜などから成る第1の層間絶縁膜932を形成し、400~950℃、好ましくは800~900℃で10~60分の熱処理を施して不純物元素の活性化を行う。この熱処理でゲート電極側に不純物元素が拡散し、オーバーラップ領域533~536が形成される(図23(D))。第2の層間絶縁膜937は、酸化シリコンや酸化窒化シリコンなどの無機絶縁物材料、または有機絶縁物材料を用い1.0~2.0μmの平均膜厚で形成する。配線938~945はAl、Tiなどで形成する。さらに、3~100%の水素を含む雰囲気中で300~450℃で1~12時間の熱処理を行い、半導体層を水素化して欠陥準位密度を低減する処理を行う(図23(E))。

【0168】以上の様にして、pチャネル型TFT946、948、nチャネル型TFT947、949を有する駆動回路が形成することができる。pチャネル型TFT948とnチャネル型TFT949のゲート絶縁膜は、pチャネル型TFT946とnチャネル型TFT947のゲート絶縁膜よりも薄く形成され、低電圧で高速に駆動する構造となっている。前者のTFTは3~5Vの低電圧で駆動するラッチ回路などを形成し、後者のTFTは5~12Vで駆動するシフトレジスタ回路などを形成するのに適している。

【0169】pチャネル型TFT946、948には、チャネル形成領域950、955、第3の不純物領域から成るソースまたはドレイン領域946、956が形成されたシングルドレインの構造である。nチャネル型TFT947、949には、チャネル形成領域952、957、第1の不純物領域で形成されるLDD領域953、958、第2の不純物領域から形成されるソースま

またはドレイン領域954、959が形成されている。nチャネル型TFTに形成されるLDD領域は0.2~1μmの長さで形成され、0.1程度は活性化の熱処理によりゲート電極の内側に拡散して、ゲート電極とオーバーラップする構造となっている。この構造により、ホットキャリア効果による特性の劣化を防ぎ、また寄生容量を最低限度に抑えて高速動作を可能とする。

【0170】これらのTFTのチャネル長は低電圧部で0.3~1μm(好ましくは0.6μm)、中電圧部で0.6~1.5μm(好ましくは0.9μm)で形成する。従って、適用すべきデザインルールもライン・アンド・スペース(線幅と隣接する線との間隔)で0.3~1.5μm、コンタクトホールで0.9μm程度の精度が要求される。

【0171】本実施形態で作製されるTFTはソース線側のスティックドライバを形成するのに適している。特に、3Vで数十MHzの周波数で駆動するラッチ回路などは、図23(E)で示すpチャネル型TFT948とnチャネル型TFT949を用いて形成する。また、シフトレジスタ回路などにはpチャネル型TFT946、nチャネル型TFT947を適用して形成すると良い。ここでは、nチャネル型TFTとpチャネル型TFTを形成する工程を示したが、同工程により容量素子や抵抗素子を形成することは容易に想定できるものであり省略されている。また、回路形成に必要なTFTのサイズ(チャネル長/チャネル幅)やそのレイアウトは実施者が適宜考慮すれば良いものである。

【0172】[実施例11]実施例8~10のいずれかの方法により作製されるTFTで走査線側またはソース線側のスティックドライバの駆動回路を形成することができる。このようなスティックドライバに設けられる入出力端子は図24で示すようにソースまたはドレイン配線と同じ層上に形成される。図24では入出力端子2400、2401がスティック基板の端部に形成される様子を示している。画素領域が形成される第1の基板にフェースダウンのCOG法で実装するには表面パッシベーションが必要であるので、絶縁層2402により表面をパッシベーションする。このような入出力端子部の形態は実施形態2~4で作製したスティック基板にも適用できる。

【0173】また、COGでスティックドライバを実装するには入出力端子にバンプを形成する必要がある。バンプは公知の方法で形成すれば良いが、その一例を図25で説明する。図25(A)において、2403はソースまたはドレイン配線と同じ層上に形成される入出力端子であり、その上にTiとPdまたは、CrとCuを積層したバリアメタル層2405を形成する。バリアメタル層の形成はスパッタ法や蒸着法などを適用する。そして、メッキ用のレジストマスク2406を形成する。

【0174】そして、図25(B)で示すように、Au

で形成されるバンプ 2407 を電解メッキで $5 \sim 20 \mu\text{m}$ の厚さに形成する。そして、不要となったレジストマスク 2406 を除去して、新たにバンプの上からレジストを塗布してバリアメタル層 2405 をエッチングするためのレジストマスク 2408 を形成する。このレジストマスクを形成するためのフォトリソ工程は、バンプを介して行うため高い解像度を得ることができない。レジストマスク 2408 はバンプとその周辺を覆うように形成する。このレジストマスク 2408 を利用してバリアメタル層をエッチングすることにより、図 25 (D) で示すようなバリアメタル層 2409 が形成される。その後、バンプとバリアメタル層との密着性を高めるために $200 \sim 300^\circ\text{C}$ で熱処理を行う。このようにして、他の基板に実装することができるスティックドライバを完成させることができる。

【0175】[実施例 12] 以上説明したようにスティックドライバは液晶表示装置の駆動回路を実装する方法として利用することができる。図 26 はそのような表示装置のブロック構成図を示す。画素領域 1601 は複数の走査線とソース線が交差して形成され、実施例 1～7 で示されるような逆スタガ型の TFT が設けられたアクティブマトリクス型の構成である。その周辺の領域には走査線スティックドライバ 1602 及びソース線スティックドライバ 1603 が設けられている。外部から入力されるクロック信号及びデータ信号 1607 と画質信号 1608 は、スティックドライバの入力仕様に変換するためのコントロール回路 1605 に入力され、それぞれのタイミング仕様に変換される。また、電源 1609、オペアンプから成る電源回路 1606 は外付けの回路で賄われる。このようなコントロール回路 1605 や電源回路 1606 は TAB 方式で実装すると表示装置を小型化できる。

【0176】コントロール回路 1605 からは走査線側とソース線側にそれぞれ信号が出力されるが、ソース線側には信号分割回路 1604 が設けられ、入力デジタル信号を m 個に分割して供給する。分割数 m は 2 以上の自然数で、実際的には $2 \sim 16$ 分割にするのが適当である。この場合、入力デジタル信号線 1610 の本数が n 本であれば、修正デジタル信号線 1620 の本数は $n \times m$ 本となる。画素密度にもよるが、少なくともソース線側のスティックドライバは複数個設けられて、信号分割回路により入力デジタル信号の周波数が $1/m$ に落とされることによりスティックドライバの負荷を軽減している。信号分割回路は半導体集積回路で形成される IC チップを実装しても良いし、実施形態 3 または 4 で示すような TFT で集積回路を形成したスティックドライバと同様のチップで形成することも可能である。

【0177】[実施例 13] 図 27 は信号分割回路の一例を示す。本実施例では便宜上入力デジタル信号線の本数 n は 1、信号分割数 m は 4 として説明する。ラッチ回路

前段 1301～1304 及びラッチ後段 1305～1308 は、各々図 27 (B) のように 2 個のインバータ 1372、1374 と 4 個のクロックドインバータ 1371、1373、1375、1376 により構成されている。信号入力部 1381 は 1361 に、信号出力部 1382 は 1362 に、クロック信号入力部 1383、1384 はそれぞれ 1363、1364 に対応している。

【0178】クロック信号線 1322 及び反転クロック信号線 1323 のクロック信号はカウンタ回路 1309 に入力し、リセット信号 1326 からの入力を受けて出力を修正クロック信号線 1324 及び反転修正クロック信号線 1325 に送る。入力デジタル信号は 1321 から入力し、クロック信号の周期毎にラッチ回路前段 1301 から 1302 へと順次移送されていく。そして、修正クロック信号が反転するときにラッチ回路前段に保持されている入力デジタル信号の電位情報はラッチ回路後段に移される。例えば、ラッチ回路前段 1301 の電位情報はラッチ回路後段 1305 に移される。このような動作により、ラッチ回路後段 1305～1308 の出力部に接続する各修正デジタル信号線 1331～1334 から修正デジタル信号が送出される。ここでは、分割数 $m=4$ で説明したため、この場合には修正デジタル信号の周波数は入力デジタル信号の周波数の $1/4$ になる。勿論、分割数は 4 に限定される訳ではなく、 $2 \sim 32$ (実用的には $4 \sim 16$) の範囲で自由に選択することができる。

【0179】[実施例 14] 図 26 で示すソース線側に設けるスティックドライバの回路構成の一例を図 28 に示す。回路構成は、入力側からシフトレジスタ回路 1801、ラッチ回路 1804、1805、レベルシフト回路 1806、D/A 変換回路 1807 が設けられている。入力デジタル信号が n ビットで一画素の情報を表現し RGB 表示をする場合、この入力デジタル信号を m 分割されていると、ラッチ回路 1804、1805 はそれぞれ、 $m \times 3 \times n$ 個必要であり、レベルシフト回路 1806、D/A 変換回路 1807 はそれぞれ $m \times 3$ 個が必要となる。

【0180】図 21 はラッチ回路の代表例であり、図 29 (A) はクロックドインバータを用いた例であり、図 29 (B) は SRAM 型のものであり、図 29 (C) は DRAM 型のものである。これらは代表例であり、その他の構成をとることも可能である。

【0181】シフトレジスタ回路、ラッチ回路は駆動電圧 3V であり、レベルシフト回路により 10V に昇圧して D/A 変換回路に信号を送る。D/A 変換回路は抵抗分割型やスイッチドキャパシタ型のものを採用することができる。

【0182】シフトレジスタ回路、ラッチ回路を形成する TFT は実施形態 3 において図 21 (G) で示した p チャネル型 TFT 462、n チャネル型 TFT 463、

または実施形態 4 において図 23 (E) で示した p チャネル型 TFT 548、n チャネル型 TFT 549 を用いて作製すると良い。

【0183】[実施例 15] 図 30 は本発明のスティックドライバを用いて液晶表示装置の組み立てる様子を模式的に示す図である。第 1 の基板には画素領域 803、外部入出力端子 804、接続配線 805 が形成されている。画素領域 803 は実施形態 1 で示す逆スタガ型の TFT で作製されたものである。点線で囲まれた領域は、走査線側のスティックドライバ貼り合わせ領域 801 とソース線側のスティックドライバ貼り合わせ領域 802 である。第 2 の基板 808 には対向電極 809 が形成され、シール材 810 で第 1 の基板 800 と貼り合わせる。シール材 810 の内側には液晶が封入され液晶層 811 を形成する。第 1 の基板と第 2 の基板とは所定の間隔を持って貼り合わせるが、ネマチック液晶の場合には 3~8 μm 、スメチック液晶の場合には 1~4 μm とする。

【0184】スティックドライバ 806、807 は実施形態 2 で説明したように、ソース線側と走査線側とで回路構成が異なる。第 3 の基板 814 は特にその区別をしていないが、いずれにしても走査線側、またはソース線側の駆動回路に適応したスティックドライバであるものとする。スティックドライバは第 1 の基板に実装するが、その方法は実施形態 1 において図 2 及び 3 で説明されている。走査線側に実装するスティックドライバは実施例 8 で示すものが適しており、ガラス基板上に駆動回路が形成されている。データ線側に実装するスティックドライバは、分割駆動を前提にするにしても高い信号周波数に対応できる TFT 特性が要求されるので、実施例 9 または 10 で示す石英基板上に形成したスティックドライバが適している。外部入出力端子 804 には、外部から電源及び制御信号を入力するための FPC (フレキシブルプリント配線板: Flexible Printed Circuit) 812 を貼り付ける。FPC 812 の接着強度を高めるために補強板 813 を設けても良い。こうして液晶表示装置を完成させることができる。スティックドライバは第 1 の基板に実装する前に電気検査を行えば液晶表示装置の最終工程での歩留まりを向上させることができ、また、信頼性を高めることができる。

【0185】[実施例 16] 実施例 15 で示すようにスティックドライバが実装された表示装置を電気光学装置に搭載する方法の一例を図 31 に示す。表示装置は画素領域 702 が実装された基板 701 の端部にスティックドライバ 710 が実装されている。そして、スペーサ 706 を内包するシール剤 707 により対向基板 703 と貼り合わせられ、さらに偏光板 708、709 が設けられている。そして、接続部材 723 によって筐体 724 に固定される。

【0186】スティックドライバ 710 は、その入出力

端子 711 において導電性粒子 712 を含む樹脂 713 で基板 701 上に形成された入力配線 714 と接続している。入出力配線 714 の一方の端はフレキシブルプリント配線板 (Flexible Printed Circuit: FPC) が導電性粒子 715 を含む樹脂 716 で接着されている。FPC は、信号処理回路、増幅回路、電源回路などが設けられたプリント基板 719 にやはり同様な手法 (導電性粒子 721 を含む樹脂 722) で接続し、画像表示に必要な信号をスティックドライバが実装された表示装置に伝達するようになっている。そして、表示装置が透過型の液晶表示装置であれば、対向基板 703 側に光源と光導光体が設けられてバックライト 718 が設けられている。

【0187】ここで示す表示装置の実装方法は一例であり、電気光学装置の形態に合わせて適宜組み立てられるものである。

【0188】[実施例 17] スティックドライバの生産性を観点からは、大面積の基板を使用して 1 回のプロセスで 1 枚の基板からできるだけ多数個取り出す方法が適している。基板はガラス基板または石英基板を使用するが、いずれにしても大面積基板を分割するときに、いかに加工ロスを無くすかが第 1 の課題となる。加工精度から言えばダイシング装置が適しているが、300×400mm や 550×650mm、さらには 960×1000mm といった液晶ラインで使用される基板を直接加工するには、装置の規模が大型化してしまう。むしろ、加工精度は劣るものの大面積基板を容易に切断できるガラススクライパーを用い、これにより大面積基板を複数個に分割する第 1 の段階と、複数個に分割された基板からダイシング装置を用いて個々のスティックドライバに分割する第 2 の段階とに分けて行う方が適している。

【0189】例えば、液晶第 1 期ラインで採用された 300×400mm の大面積の基板上に一辺が 100~200mm の領域から成る群 902 を複数個作り、その中に短辺の長さ 1~6mm のスティックドライバを複数個配置する。各群の間隔は 3~10mm として配置して、ガラススクライパーで加工線 904 に沿って大面積基板から分割する。群の中のスティックドライバは切りしろ 0.5~1mm で配置しダイシング装置で分割するという方法を採用することができる。このような加工方法を用いると、2×20mm のスティックドライバを 127×127mm の群の中に 360 個作り込むことができ、1 枚の基板からは 2160 個のスティックドライバを取出すことができる。

【0190】また、大面積基板上に多数のスティックドライバを形成するための第 2 の課題は露光技術である。スティックドライバのデザインルールは 0.3~2 μm 、好ましくは 0.35~1 μm である。このようなデザインルールで、やはりスループット良く露光を行う必要がある。露光方式において、プロキシミティ方式やプロ

ジェクション方式はスループット向上には有利であるが、大型の高精細マスクが必要であり、高い解像度や重ね合わせ精度が得られにくいなどの欠点がある。一方、ステッパ方式では、その一例として i 線 (365nm) を使って 0.7 μ m の解像度で 44mm 角の領域、または 54 \times 30mm の領域を一度に露光することができる。これに対応して、スティックドライバの長辺の長さをこの露光範囲内としておけばサブミクロンパターンであっても効率よく露光することが可能となる。

【0191】液晶表示装置などの画素領域は必ずしもサブミクロンのデザインルールを必要としないので、大面積を一度に露光できるプロキシミティ方式やプロジェクション方式が適した方式であると考えられている。従って、駆動回路部と画素領域とを別の露光方式で行うことは生産性を向上させるばかりでなく、本発明のようにスティックドライバを実装することで大画面の表示装置の周辺部（額縁領域）の面積を小さくすることを可能にする。

【0192】[実施例 18] 本実施例では、実施例 8 のような構成の表示装置を組み込んだ半導体装置について示す。このような半導体装置には、携帯情報端末（電子手帳、モバイルコンピュータ、携帯電話等）、ビデオカメラ、スチルカメラ、パーソナルコンピュータ、テレビ等が挙げられる。それらの一例を図 33 と図 34 に示す。

【0193】図 33 (A) は携帯電話であり、本体 9001、音声出力部 9002、音声入力部 9003、表示装置 9004、操作スイッチ 9005、アンテナ 9006 から構成されている。表示装置 9004 は本発明の逆スタガ型 TFT による画素領域の周辺にスティックドライバを実装した液晶表示装置を用いることができる。

【0194】図 33 (B) はビデオカメラであり、本体 9101、表示装置 9102、音声入力部 9103、操作スイッチ 9104、バッテリー 9105、受像部 9106 から成っている。表示装置 9102 は本発明の逆スタガ型 TFT による画素領域の周辺にスティックドライバを実装した液晶表示装置を用いることができる。

【0195】図 33 (C) はモバイルコンピュータ或いは携帯型情報端末であり、本体 9201、カメラ部 9202、受像部 9203、操作スイッチ 9204、表示装置 9205 で構成されている。表示装置 9205 は本発明の逆スタガ型 TFT による画素領域の周辺にスティックドライバを実装した液晶表示装置を用いることができる。

【0196】図 33 (D) はテレビであり、本体 9401、スピーカー 9402、表示装置 9403、受信装置 9404、増幅装置 9405 等で構成される。表示装置 9403 は本発明の逆スタガ型 TFT による画素領域の周辺にスティックドライバを実装した液晶表示装置を用いることができる。

【0197】図 33 (E) は携帯書籍であり、本体 95

01、表示装置 9502、9503、記憶媒体 9504、操作スイッチ 9505、アンテナ 9506 から構成されており、ミニディスク (MD) や DVD に記憶されたデータや、アンテナで受信したデータを表示するものである。直視型の表示装置 9502、9503 は本発明の逆スタガ型 TFT による画素領域の周辺にスティックドライバを実装した液晶表示装置を用いることができる。

【0198】図 34 (A) はパーソナルコンピュータであり、本体 9601、画像入力部 9602、表示装置 9603、キーボード 9604 で構成される。表示装置 9603 は本発明の逆スタガ型 TFT による画素領域の周辺にスティックドライバを実装した液晶表示装置を用いることができる。

【0199】図 34 (B) はプログラムを記録した記録媒体（以下、記録媒体と呼ぶ）を用いるプレーヤーであり、本体 9701、表示装置 9702、スピーカ部 9703、記録媒体 9704、操作スイッチ 9705 で構成される。なお、この装置は記録媒体として DVD (Digital Versatile Disc)、CD 等を用い、音楽鑑賞や映画鑑賞やゲームやインターネットを行うことができる。表示装置 9702 は本発明の逆スタガ型 TFT による画素領域の周辺にスティックドライバを実装した液晶表示装置を用いることができる。

【0200】図 34 (C) はデジタルカメラであり、本体 9801、表示装置 9802、接眼部 9803、操作スイッチ 9804、受像部（図示しない）で構成される。表示装置 9802 は本発明の逆スタガ型 TFT による画素領域の周辺にスティックドライバを実装した液晶表示装置を用いることができる。

【0201】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明により、3枚のフォトマスクにより逆スタガ型の n チャネル型 TFT を有する画素 TFT 及び、保持容量を備えた液晶表示装置の画素領域を形成することができる。そのことにより製造工程を簡略化することができる。同様に、3枚のフォトマスクで画素電極の表面を凹凸化した反射型の液晶表示装置を作製することができる。

【0202】また、スティックドライバを、3枚のフォトマスクにより作製された逆スタガ型の画素 TFT 及び保持容量を備えた液晶表示装置に実装するに際し、従来の IC チップよりも長尺のスティックドライバで駆動回路を実装することにより、一つの画素領域に対して必要な数を減らすことができる。その結果、液晶表示装置の製造歩留まりを向上させ、製造コストを低減させることを可能とする。

【0203】一方、製造工程からみたスティックドライバの利点は、必ずしもサブミクロンのデザインルールを必要としない画素領域は、大面積を一度に露光できるプロキシミティ方式やプロジェクション方式が適した方式

で行い、サブミクロンのデザインルールが要求されるスティックドライバはステッパ方式で露光するといった生産手段の住分けを可能とする。このような手段を用いることにより生産性を高めることができる。

【0204】

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の画素構造を示す上面図。

【図2】 画素TFT、保持容量、端子部の作製工程を説明する断面図。

【図3】 画素TFT、保持容量、端子部の作製工程を説明する断面図。 10

【図4】 画素TFT、保持容量の作製工程を説明する上面図。

【図5】 画素TFT、保持容量の作製工程を説明する上面図。

【図6】 画素領域とスティックドライバの配置を説明する図。

【図7】 画素領域とスティックドライバの回路構成を説明するブロック図。

【図8】 スティックドライバの構成を説明する断面 20

図。

【図9】 スティックドライバの実装方法の一例を説明する図。

【図10】 スティックドライバの実装方法の一例を説明する図。

【図11】 入力端子部の上面図及び断面図。

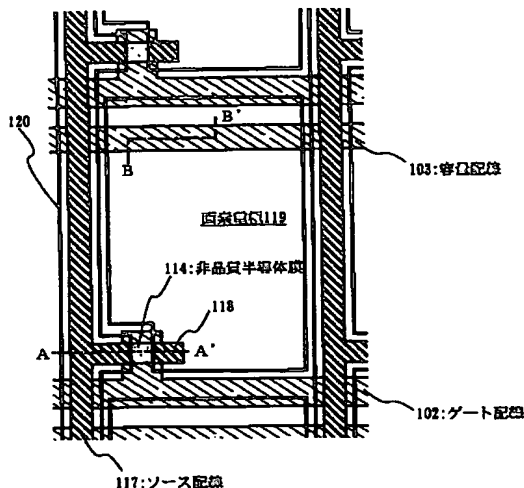
【図12】 画素TFT、保持容量、端子部の構造を説明する断面図。

【図13】 マルチチャンバ方式の製造装置の構成を説明する図。

【図14】 単室連続成膜方式の製造装置の構成を説明する図。

【図15】 反射型の液晶表示装置の断面構造図。

【図1】



【図16】 反射型の液晶表示装置の画素の上面図。

【図17】 スティックドライバの駆動回路を形成するTFTの作製工程を説明する図。

【図18】 スティックドライバの駆動回路を形成するTFTの作製工程を説明する図。

【図19】 スティックドライバの駆動回路を形成するTFTの作製工程を説明する図。

【図20】 スティックドライバの駆動回路を形成するTFTの作製工程を説明する図。

【図21】 スティックドライバの駆動回路を形成するTFTの作製工程を説明する図。

【図22】 スティックドライバの駆動回路を形成するTFTの作製工程を説明する図。

【図23】 スティックドライバの駆動回路を形成するTFTの作製工程を説明する図。

【図24】 スティックドライバの端子部の構成を説明する断面図。

【図25】 スティックドライバの入出力端子部に形成するパンプの作製工程図。

【図26】 表示装置の回路構成を説明するブロック構成図。

【図27】 信号分割回路の構成を説明する図。

【図28】 ソース線に接続するスティックドライバの駆動回路の構成を説明する図。

【図29】 ラッチ回路の具体例を説明する図。

【図30】 スティックドライバを実装する液晶表示装置の組み立て図。

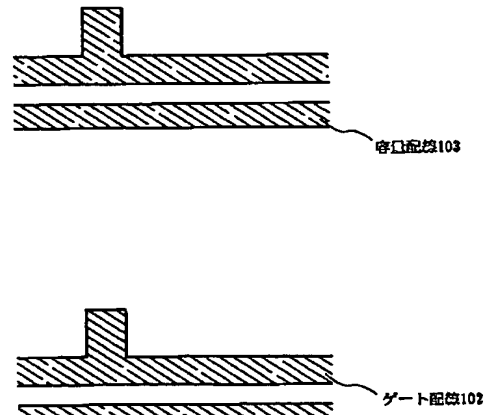
【図31】 表示装置を電気光学装置の筐体に装着する一例を説明する図。

30 【図32】 スティックドライバを実装するアクティブマトリクス型表示装置の概念図。

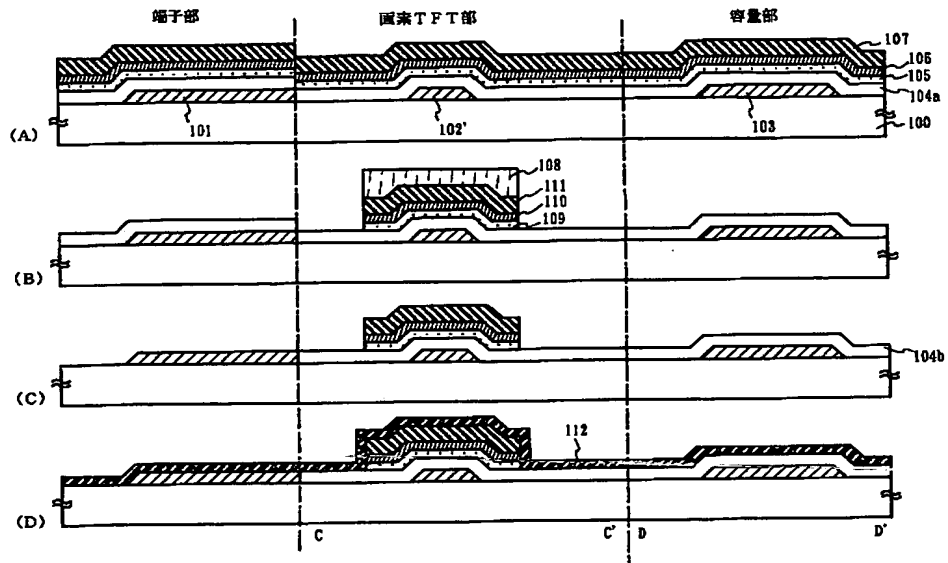
【図33】 半導体装置の一例を説明する図。

【図34】 半導体装置の一例を説明する図。

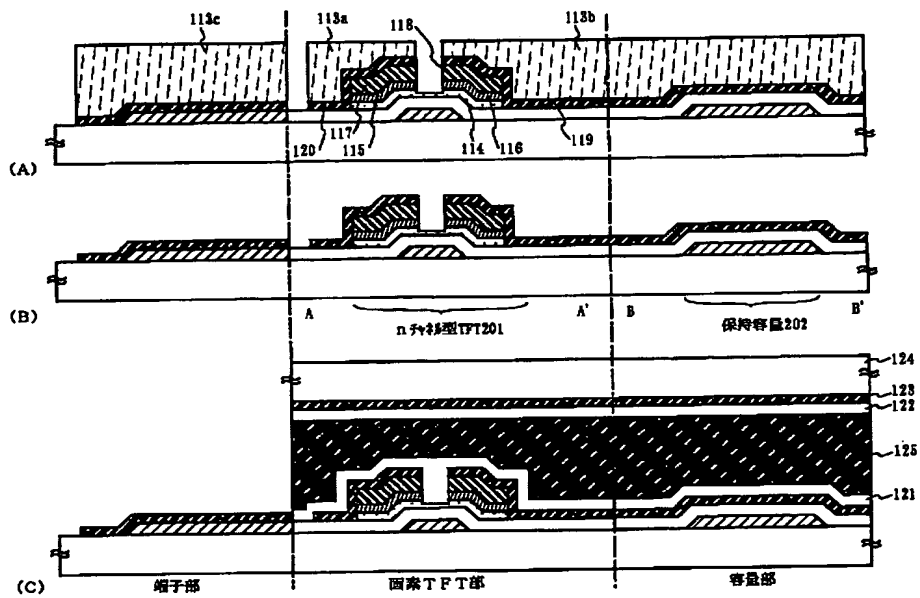
【図4】



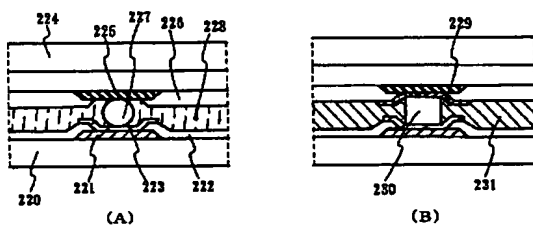
【図 2】



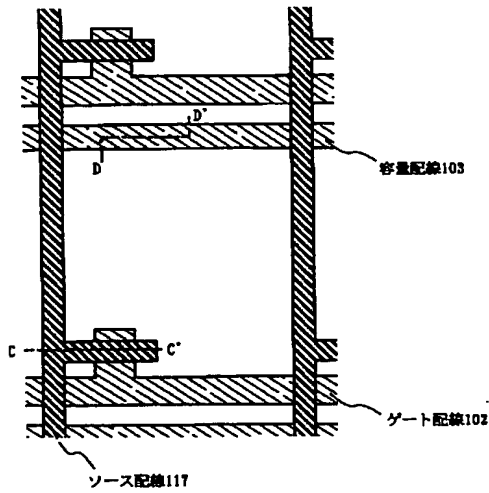
【図 3】



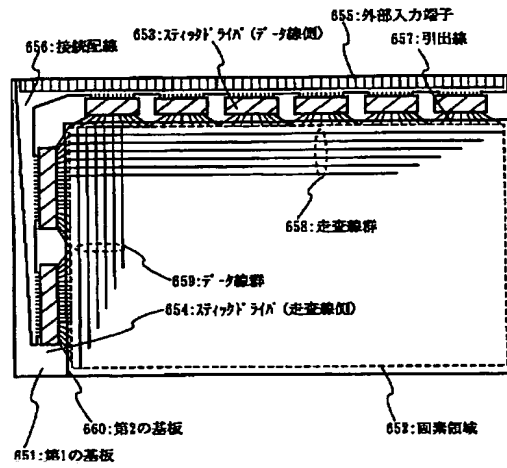
【図 10】



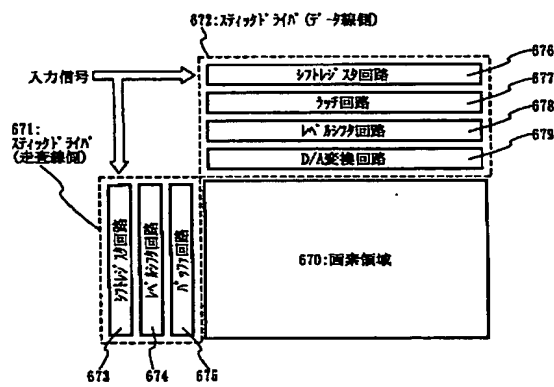
【図 5】



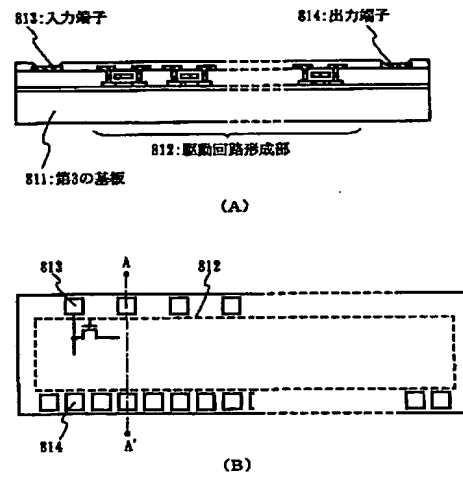
【図 6】



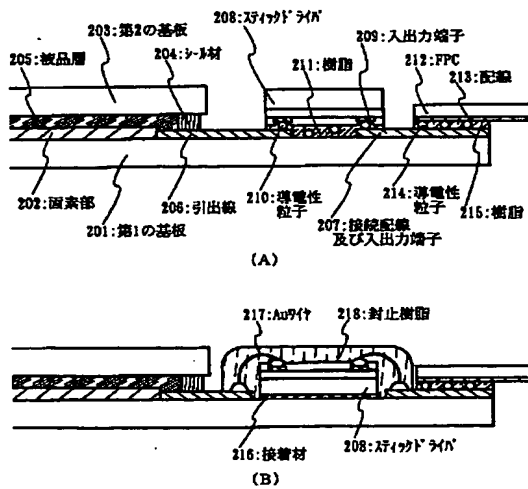
【図 7】



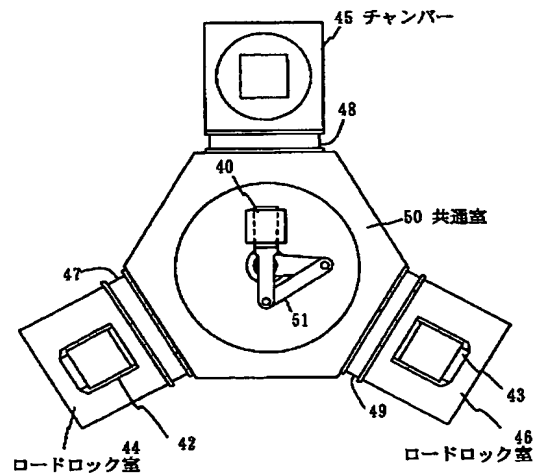
【図 8】



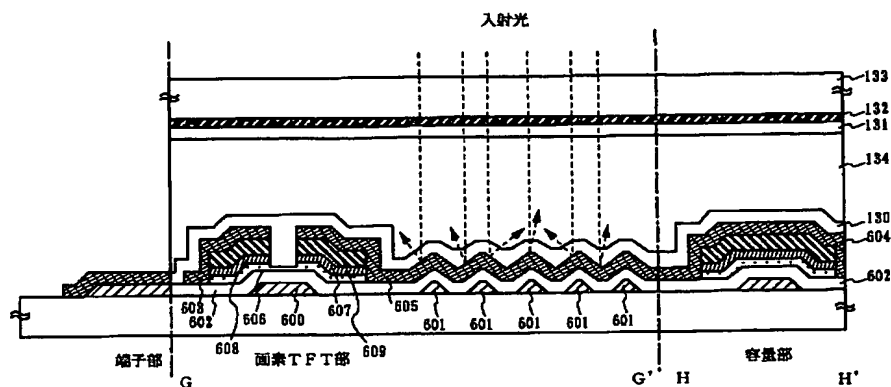
【図 9】



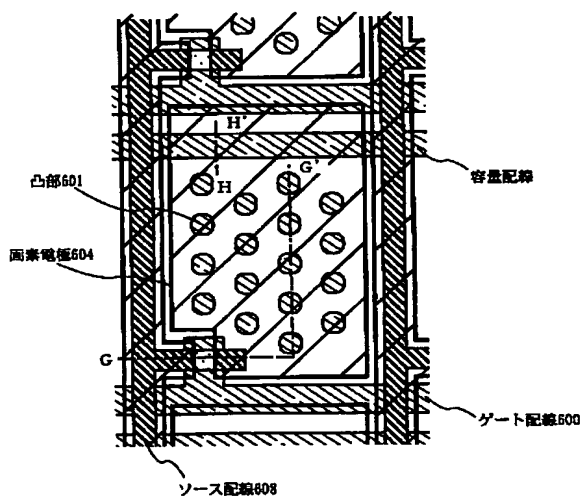
【図 14】



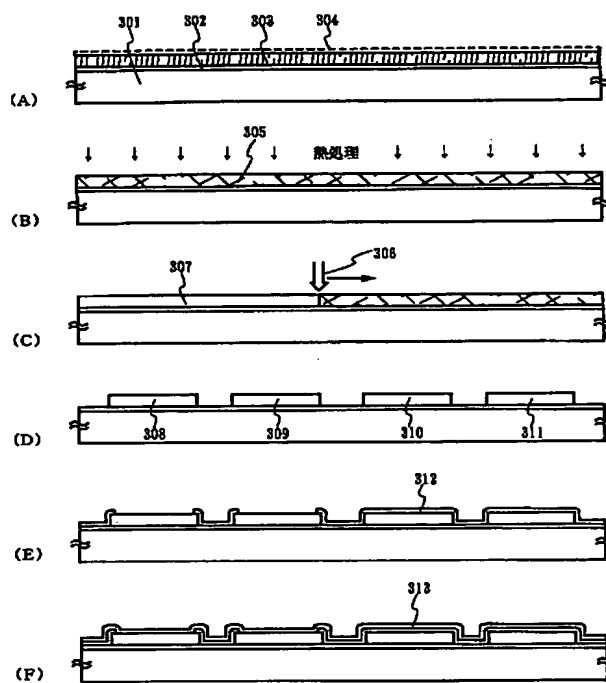
【图 15】



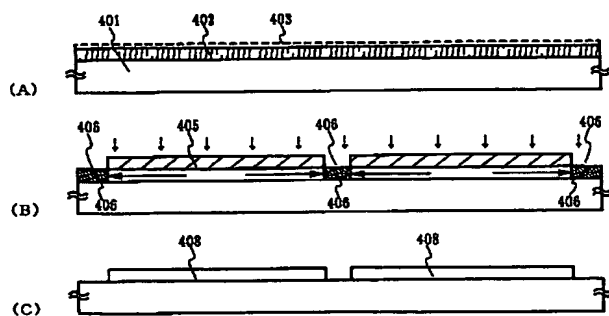
【图 16】



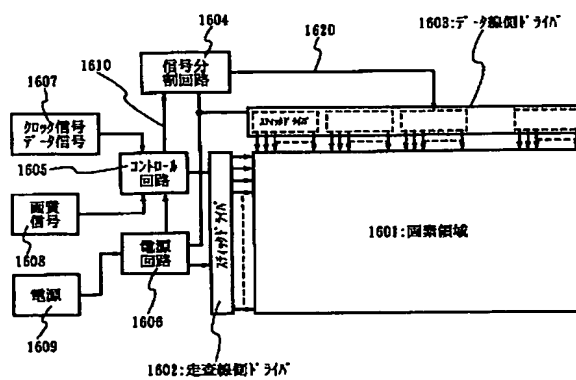
【図 17】



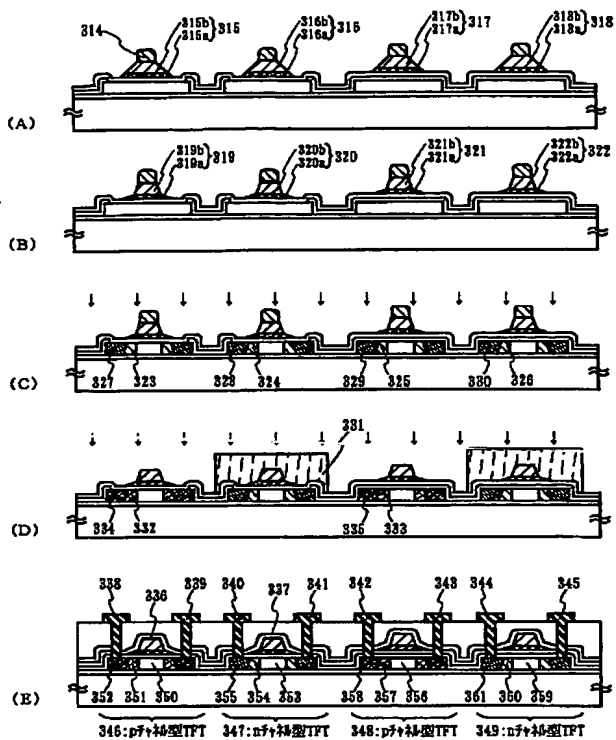
【図 19】



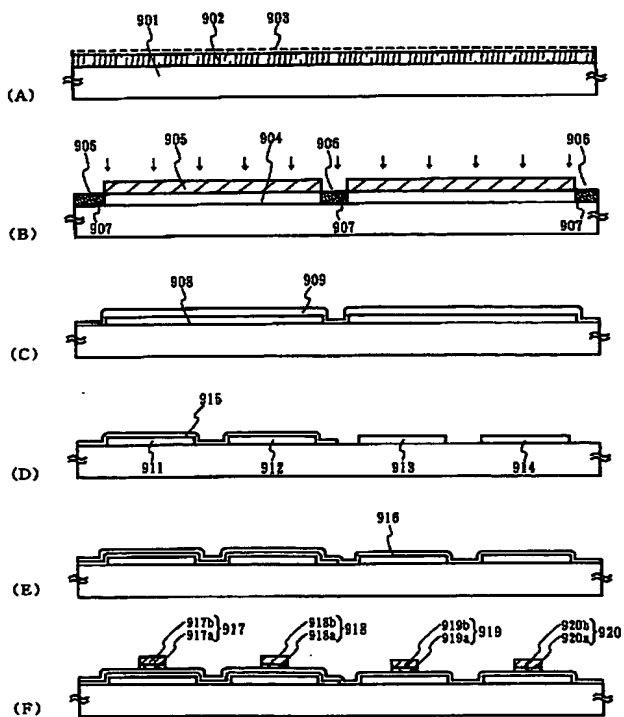
【图 2 6】



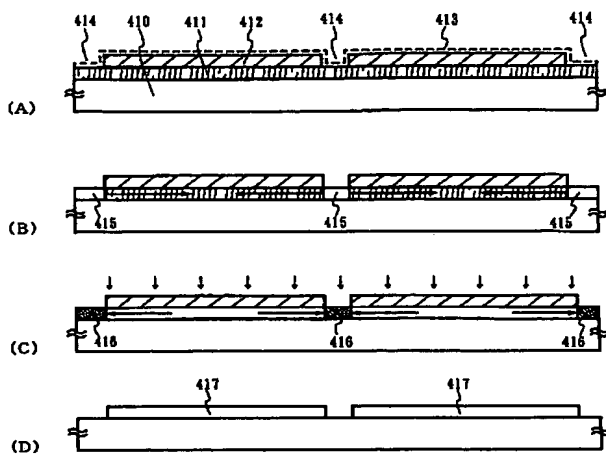
【図 18】



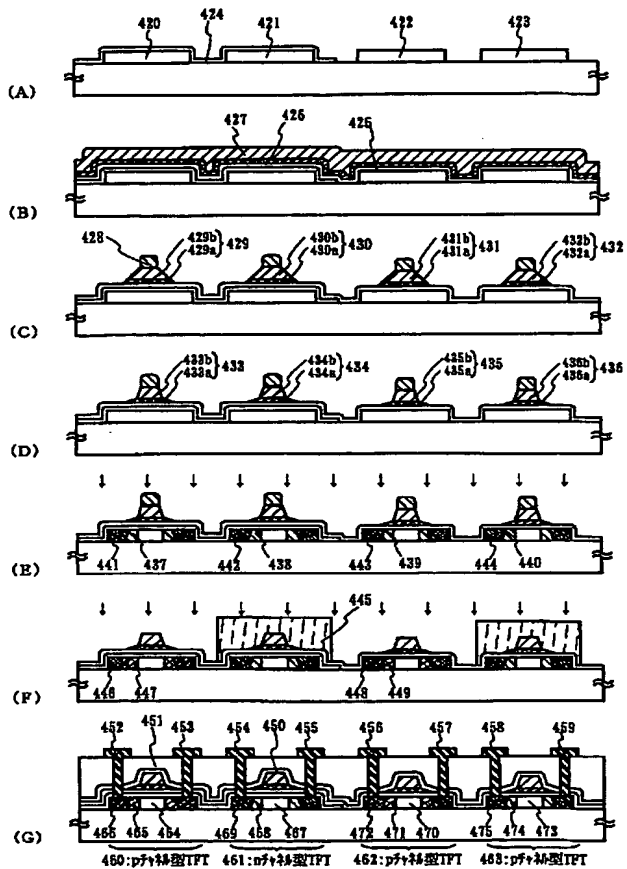
【図 22】



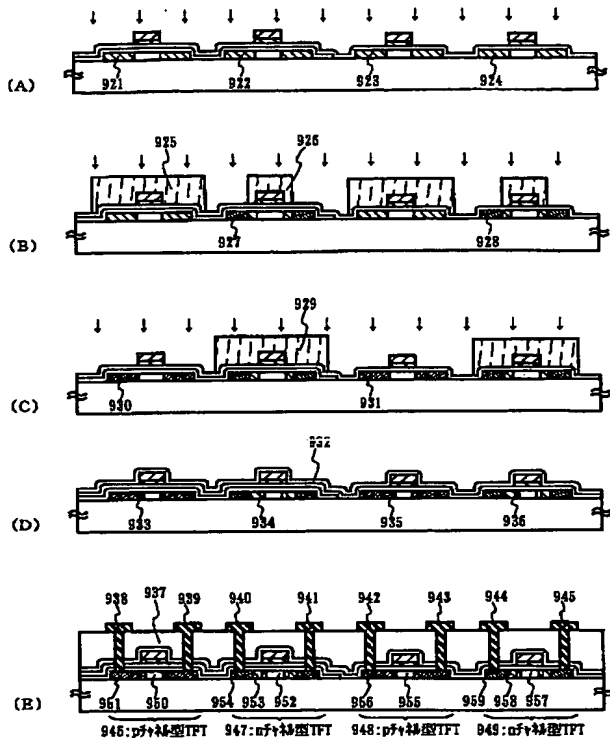
【図 20】



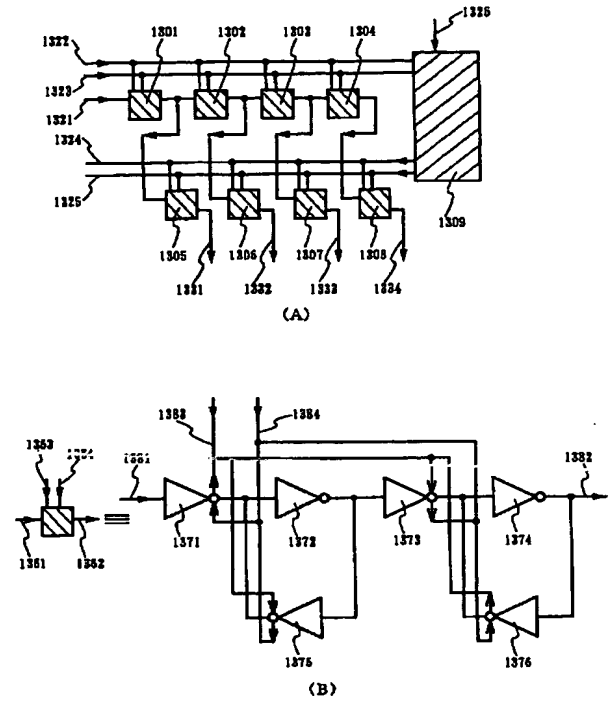
【図 21】



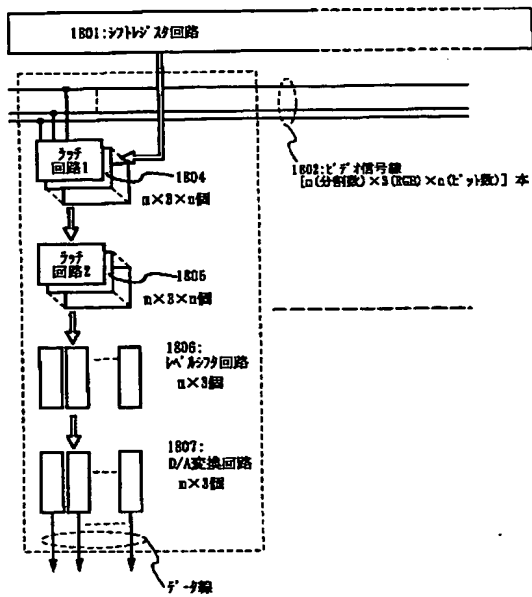
【図 23】



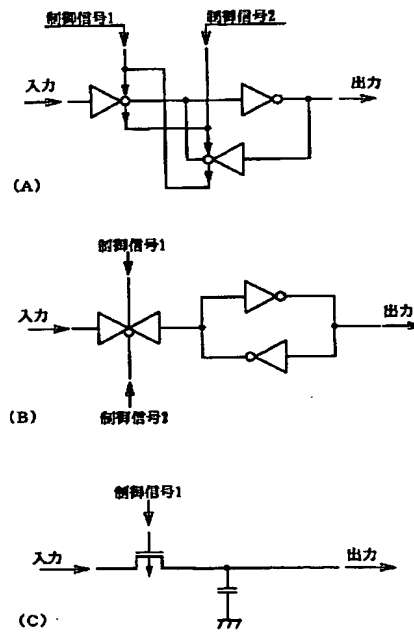
【図 27】



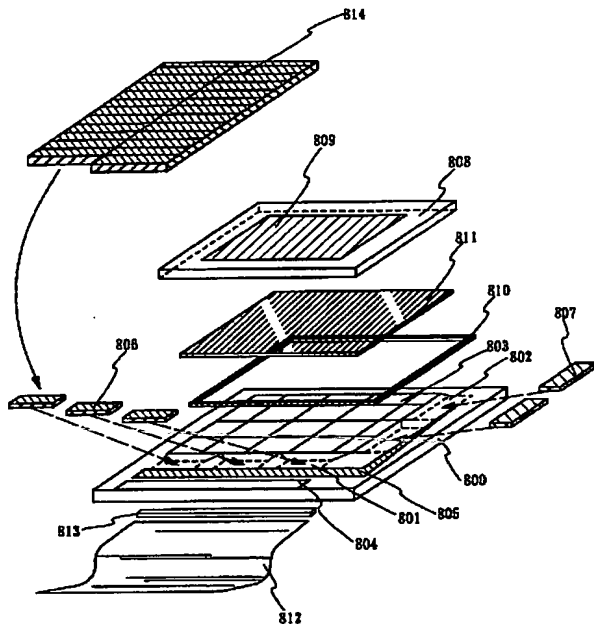
【図 28】



【図 29】

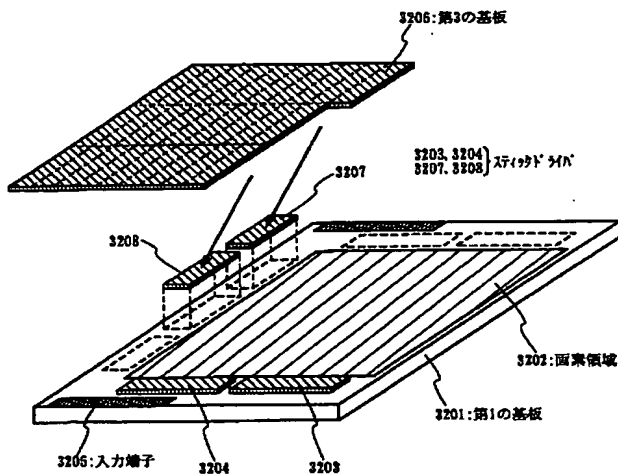


【図 30】

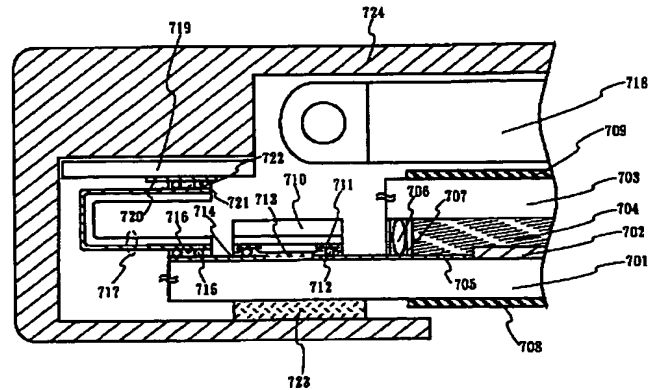


800:第1の基板、801:スリット型貼合わせ領域(導線)、
802:スリット型貼合わせ領域(走査線)、803:面素領域、
804:入力端子、805:接続配線、806,807:スリット型貼
808:第2の基板、809:共通電極、810:シールド材、811:被品、
812:PPC、813:補強板、814:第3の基板

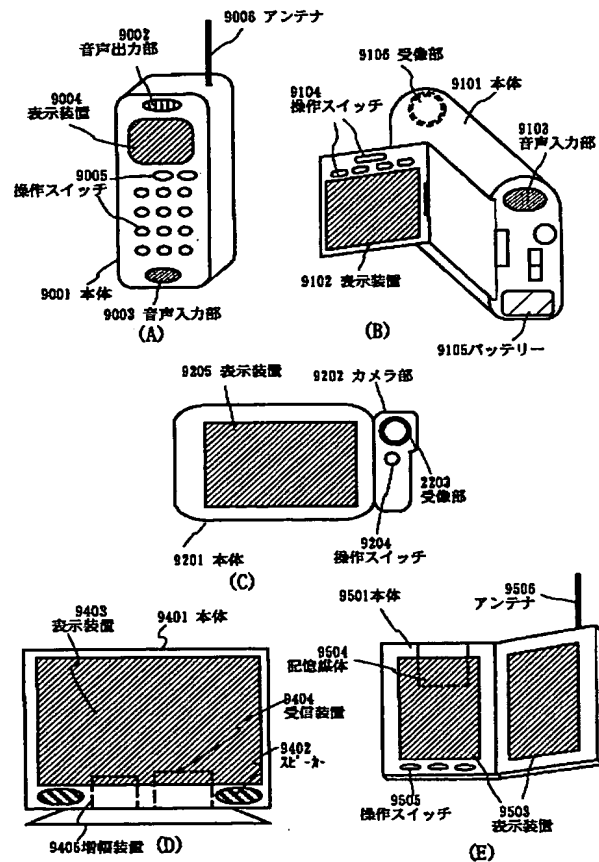
【図 32】



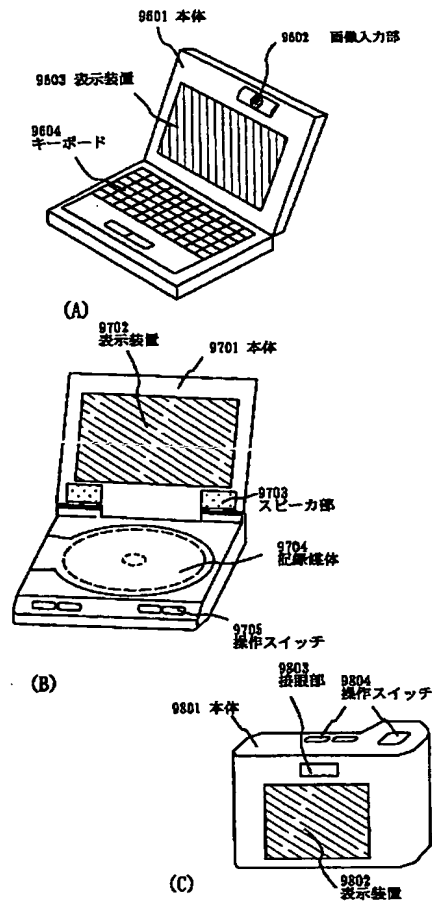
【図 31】



【図 33】



【図 34】



フロントページの続き

(72)発明者 桑原 秀明
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社半
 導体エネルギー研究所内

F ターム(参考) 2H092 GA48 GA60 JA26 JA35 JB08
JB61 KA04 KA05 KA12 KA18
MA02 MA05 MA08 MA27 MA30
NA25 NA27 NA29 PA01 PA06
5F110 AA16 AA22 BB01 BB04 CC02
CC07 DD02 DD03 DD13 DD14
DD15 DD25 EE01 EE02 EE03
EE06 EE14 EE15 EE23 EE44
FF01 FF02 FF03 FF04 FF09
FF23 FF28 FF30 FF36 GG01
GG02 GG03 GG14 GG15 GG25
GG28 GG33 GG43 GG45 GG47
HJ01 HJ04 HJ12 HJ13 HJ23
HK03 HK04 HK06 HK07 HK09
HK15 HK16 HK22 HK25 HK26
HK33 HK35 HL02 HL04 HL12
HM15 NN02 NN03 NN22 NN23
NN24 NN27 NN34 NN35 NN36
NN73 NN78 PP01 PP03 PP04
PP13 PP23 PP34 PP35 QQ09
QQ11 QQ16 QQ24 QQ25 QQ28